

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-157874

(P2003-157874A)

(43) 公開日 平成15年5月30日 (2003.5.30)

(51) Int.Cl.

識別記号

F I

テーマト\* (参考)

H 0 1 M 8/04

H 0 1 M 8/04

P 5 H 0 2 7

J 5 H 1 1 5

Z

// B 6 0 L 11/18

B 6 0 L 11/18

G

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2001-354530 (P2001-354530)

(22) 出願日 平成13年11月20日 (2001.11.20)

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 菅原 竜也

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社  
本田技術研究所内

(72) 発明者 島貫 寛士

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会  
社本田技術研究所内

(74) 代理人 100064414

弁理士 磯野 道造

最終頁に続く

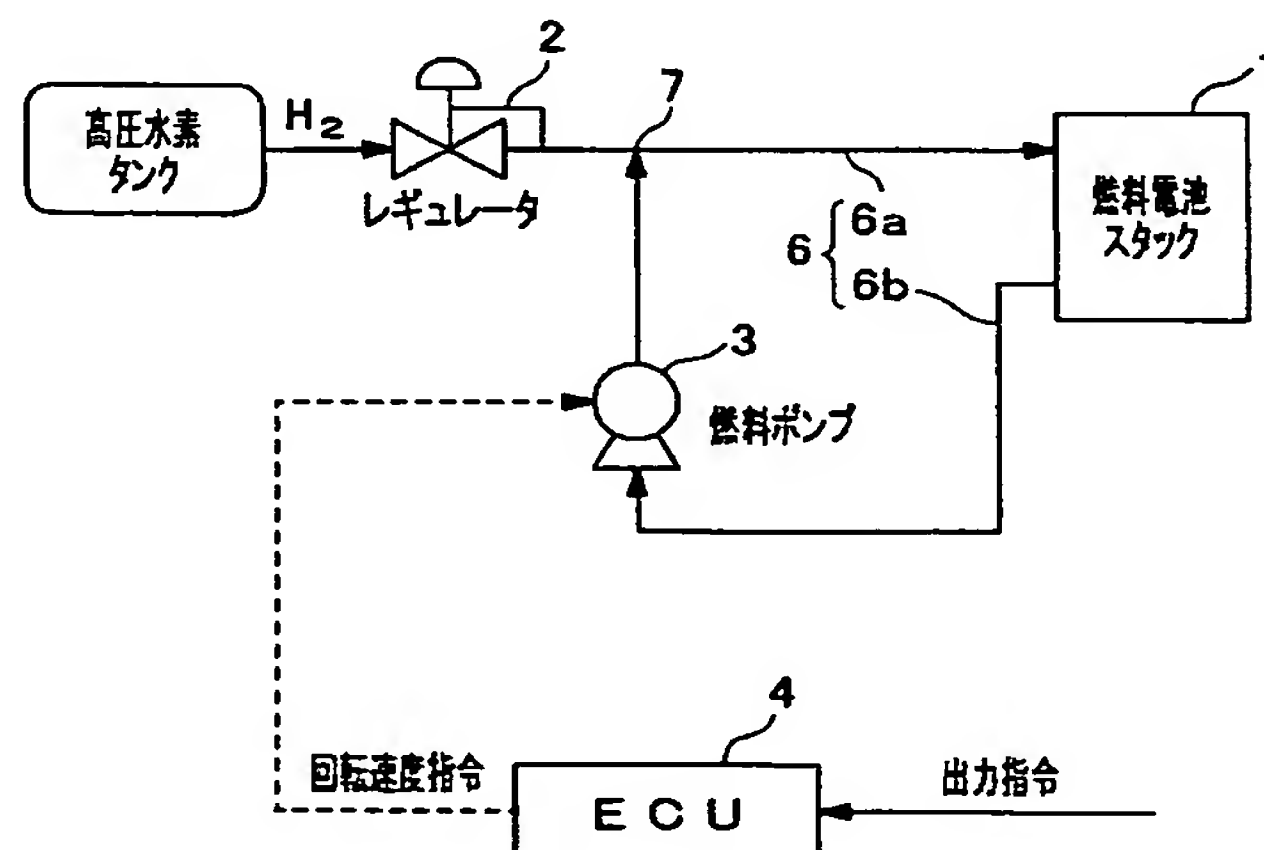
(54) 【発明の名称】 燃料循環式燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】 本発明の課題は、燃料電池に対して急加減速指令がなされた場合に、水素循環系内の水素の循環量が一時的に減少する事態を解消する燃料循環式燃料電池システムを提供することである。

【解決手段】 本発明は燃料と酸化剤とを供給されて発電を行う燃料電池スタック1と、前記燃料電池スタック1から排出される燃料を再び燃料電池スタック1に供給するための燃料循環路6と、前記燃料循環路6中に配置され、前記燃料循環路6に新たな燃料を供給するとともに、前記燃料循環路6中の燃料を所定の循環量で循環させるための燃料ポンプ3と、前記燃料電池スタック1に対して出力指令値を発し、この出力指令値に応じて前記燃料循環路6中の燃料の循環量を制御するECU4と、を備えた燃料循環式燃料電池システムを提供する。

【第1実施形態】



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料と酸化剤とを供給されて発電を行う燃料電池と、前記燃料電池から排出される燃料を再び燃料電池に供給するための燃料循環路と、前記燃料循環路中に配置され、燃料ポンプとエゼクタ又は燃料ポンプを備え、前記燃料循環路に新たな燃料を供給するとともに、前記燃料循環路中の燃料を所定の循環量で循環させるための燃料送出手段と、前記燃料電池に対して出力指令値を発し、この出力指令値に応じて前記燃料送出手段を制御することにより、前記燃料循環路中の燃料の循環量を調整する燃料電池制御装置と、を備えた燃料循環式燃料電池システム。

【請求項 2】 前記燃料電池制御装置が前記燃料電池の状態量を監視する機能を備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の燃料循環式燃料電池システム。

【請求項 3】 前記燃料電池制御装置が、燃料電池に対する出力指令値に基づき前記燃料ポンプの目標回転速度を決定することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の燃料循環式燃料電池システム。

【請求項 4】 前記燃料電池制御装置が、前記出力指令値に基づき前記燃料ポンプの目標回転速度を決定するとともに、前記状態量と前記出力指令値又は前記状態量に基づき回転補正係数を算出し、前記目標回転速度を前記回転補正係数で補正して前記燃料ポンプを制御することを特徴とする請求項 2 に記載の燃料循環式燃料電池システム。

【請求項 5】 前記状態量が燃料電池のセル電圧又は燃料電池入口における燃料の露点であることを特徴とする請求項 4 に記載の燃料循環式燃料電池システム。

【請求項 6】 前記燃料電池制御装置は、前記出力指令値に基づき前記燃料ポンプの目標回転速度を決定するとともに、前記出力指令値の時間変化率である出力増減率を求め、この出力増減率と前記出力指令値又は前記出力増減率に基づき回転補正係数を算出し、前記目標回転速度を前記回転補正係数で補正して前記燃料ポンプを制御することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の燃料循環式燃料電池システム。

【請求項 7】 前記燃料電池制御装置は、前記出力指令値及び出力増減率に基づき前記燃料ポンプの実行時間を算出し、前記燃料ポンプを制御することを特徴とする請求項 6 に記載の燃料循環式燃料電池システム。

【請求項 8】 前記燃料循環路は、前記燃料ポンプをバイパスするバイパス路と、このバイパス路上に配置され、前記状態量に基づき前記燃料電池制御装置によりその開閉が制御されるバイパス弁を備え、前記状態量が規定範囲内の場合には前記バイパス弁を開弁し、前記状態量が規定範囲外の場合には前記バイパス弁を閉弁し前記

せることを特徴とする請求項 2～7 のいずれか 1 項に記載の燃料循環式燃料電池システム。

【請求項 9】 前記燃料電池制御装置は、前記状態量が規定範囲内の場合には、前記燃料ポンプを停止又はアイドル状態とすることを特徴とする請求項 2～7 のいずれか一項に記載の燃料循環式燃料電池システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料循環式燃料電池システムに関する。より詳細には、燃料電池システムにおける水素の循環機構に関わるものである。

## 【0002】

【従来の技術】燃料電池システムにおいて燃料電池内での凝縮水を排出させるために水素および空気を燃料電池が消費する以上に供給しなければならない。水素は車載されたポンプ等の貯蔵設備から供給されるために、消費されなかった水素を大気中に放出すると水素の燃費を著しく悪化させる原因となる。そのために消費されなかった水素をポンプ等で循環させるシステムが考案されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】燃料電池で消費されなかった水素を再利用する方法には大きく 2 種類がある。1 種類目は、回転、摺動などを行う作動部により燃料を取り込み送り出す燃料ポンプを用いて水素の循環を行う方法である（以下、「燃料ポンプ方式」と言う）。しかし、この方法では、燃料ポンプが大型化してしまい、かつ燃料ポンプを移動させるために多大な電力を消費し、燃料電池車の燃費を悪化させるという問題点があった。また、燃料ポンプ方式では、高圧水素タンク内の水素の圧力を有効に利用できないという問題点があった。

【0004】2 種類目は、ジェットポンプの一種であるエゼクタを用いて水素の循環を行う方法である（以下、「エゼクタ方式」という）。この方法は、高圧水素タンクの圧力エネルギーを利用して循環を行うために、燃料ポンプ方式のように電力を消費することがない。しかし、エゼクタ方式では燃料電池で水素が消費されない限り循環が行われないために、燃料電池の出力が絞られた場合には水素の循環量が低下するという問題がある。さらにエゼクタでは流速を生むためのノズルが挿入されているために急激に燃料電池の出力が増加するとエゼクタのレスポンス遅れが生じて、循環量が目標値に達しないという問題点がある。

【0005】エゼクタ方式の有する問題点について図 20 を用いて詳述する。図 20 は、エゼクタのみを用いた一般的な水素循環システムのブロック図である。このシステムでは、高圧水素タンク 101 より供給された水素はレギュレータ 102 により調圧され、エゼクタ 103 より噴射され燃料電池スタック 104 に供給される。燃

するために過剰の水素が供給されており、燃料電池スタック 104 で消費されなかった水素は水素循環路 106 を経由してエゼクタ 103 に合流し、高圧水素タンク 101 より供給される水素とともにシステム内を循環する。また、このシステムは、燃料電池スタック 104 の出力が増加するとともに、燃料電池スタック 104 に掛かる水素圧が増加するように構成されている。

【0006】このシステムにおいて、燃料電池スタック 104 に対して、急加速指令がなされた場合、燃料電池スタック 104 では急激に多量の水素が消費されるために、燃料電池スタック 104 中の水素圧力が減少する。それに見合うだけの水素がエゼクタ 103 よりただちに供給されれば問題はないが、燃料電池スタック 104 中の圧力低下が水素流通路 107 を通じてエゼクタ 103 に到達するまでにはタイムラグがあり、エゼクタ 103 が燃料電池スタック 104 の圧力低下に反応するまでの時間に遅れが生じる。さらに、水素は、エゼクタの細く絞られたノズルを通過して供給されるために、燃料電池が要求する水素供給量となるまでに、所定の時間を要してしまう。

【0007】この様子を図 21 (a) に示した。この図は、燃料電池スタック 104 に対して急加速命令がなされた時に、燃料電池スタック 104 が要求する水素供給量 (破線) とエゼクタ 103 を通じた実際の水素供給量 (実線) を示したものである。この図によれば、急加速指令が発せられた後、燃料電池スタック 104 が要求する水素供給量は急増するが、実際にエゼクタ 103 より供給される水素量はそれに追いついておらず、水素欠乏状態 (ヘジテーション) が発生する。ヘジテーションは燃料電池に対して電解膜の破損等のダメージを与え、最悪の場合燃料電池は破壊に至る。

【0008】また、燃料電池スタック 104 に対して急減速指令が発せられた場合には、燃料電池スタック 104 に掛かる水素圧を所定値まで減少するような制御がなされなければならない。そのためには高圧水素タンク 101 から燃料電池スタック 104 への水素の供給を止め、燃料電池スタック 104 で水素を消費させるのであるが、水素の供給を止めると、エゼクタ 103 に水素が導入されないために、水素を循環させることができなくなるといった問題点が発生する。水素が円滑に循環されないと、燃料電池スタック 104 中に凝縮水が蓄積することによりセル電圧が低下し、最悪の場合には燃料電池スタック 104 の破損につながる。

【0009】この様子を図 21 (b) に示した。この図は、燃料電池スタックに対して急減速指令がなされた時に、燃料電池スタック 104 が要求する水素供給量 (破線) とエゼクタ 103 を通じた実際の水素供給量 (実線) を示したものである。急減速指令がなされると、燃料電池スタック 104 は破線で示しただけの水素循環を

まうため、水素の循環力が失われてしまい、系内に水素が滞留する状態となる。この状態においては、燃料電池スタック 104 で発生する凝縮水を除去することは不可能であり、燃料電池スタック 104 には凝縮水が蓄積していく。さらに、燃料電池システムの状態は常に変化しているために、状況に見合った制御を行わないと水素循環系がシステムにとって最適な運転とならないという問題がある。

【0010】本発明は、燃料電池に対して急加速又は急減速指令がなされた場合に、水素循環系内を循環する水素が一時的にシステムの要求量を下回るという事態を解消することが可能な燃料循環式燃料電池システムを提供することを課題とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、前記した課題を解決するために次のように構成した。請求項 1 に記載の発明は、燃料と酸化剤とを供給されて発電を行う燃料電池と、前記燃料電池から排出される燃料を再び燃料電池に供給するための燃料循環路と、前記燃料循環路中に配置され、燃料ポンプとエゼクタ又は燃料ポンプを備え、前記燃料循環路に新たな燃料を供給するとともに、前記燃料循環路中の燃料を所定の循環量で循環させるための燃料送出手段と、前記燃料電池に対して出力指令値を発し、この出力指令値に応じて前記燃料送出手段を制御することにより、前記燃料循環路中の燃料の循環量を調整する燃料電池制御装置と、を備えた燃料循環式燃料電池システムである。

【0012】従来のエゼクタのみを用いた燃料循環系を有する燃料電池システムにおいては燃料電池に対して急加減速指令がなされた場合に、燃料の循環量が燃料電池の要求する水準よりも小さくなってしまいう問題点があった。しかし、請求項 1 に記載の発明によれば、燃料電池に対して急加減速指令がなされた場合であっても、燃料電池制御装置が、出力指令値を用いて、燃料電池が必要とする燃料の循環量を評価し、燃料送出手段を介して燃料の循環量を増量する制御を行うために、燃料循環路に燃料電池が要求するだけの燃料を循環させることが可能となる。

【0013】また、燃料送出手段として、燃料循環路中に設けられ、電力を供給することにより燃料の循環力を生み出す燃料ポンプを単独で用いるか、又は、高圧燃料タンク等に貯蔵されている燃料を新たに燃料循環路に供給するとともに、高圧燃料タンクの高圧を利用して燃料の循環力を生み出すエゼクタと組み合わせて用いることとした。

【0014】この構成により、燃料電池制御装置が、燃料電池の急加減速時であっても、燃料ポンプの回転速度を増加するように制御することで、燃料循環路に燃料電池が要求するだけの燃料を循環させることが可能とな



を組み合わせる用いた場合、燃料電池の急減速時に見られるように、エゼクタが燃料噴射を行わず、従って、エゼクタによる燃料の循環が行われない状況であっても、燃料電池制御装置が、燃料ポンプの回転速度を上げることで、燃料循環路に燃料電池が要求するだけの燃料を循環させることが可能となる。

【0015】請求項2に記載の発明は、前記燃料電池制御装置が前記燃料電池の状態量を監視する機能を備えたことを特徴とする請求項1に記載の燃料循環式燃料電池システムである。請求項2に記載の発明によれば、燃料電池制御装置が、例えば、セル電圧、燃料電池入口における燃料の露点等の燃料電池の状態量を監視するので、これらの状態量を燃料の循環量の制御に反映させ、よりきめ細かい制御を行うことが可能となる。

【0016】請求項3に記載の発明は、前記燃料電池制御装置が、燃料電池に対する出力指令値に基づき前記燃料ポンプの目標回転速度を決定することを特徴とする請求項1又は2に記載の燃料循環式燃料電池システムである。

【0017】請求項3に記載の発明によれば、燃料電池制御装置は、燃料電池の出力ではなく、その指令値に基づいて燃料ポンプの回転速度が目標回転速度となるように制御している。燃料電池の出力変化を制御に用いないのは、燃料電池の出力変化は出力指令に対して遅れて応答するためであり、この応答遅れを制御に乗せないために、出力指令値に基づいて燃料の循環量を制御している。

【0018】燃料電池制御装置には、予め出力指令値と目標回転速度（燃料循環量）との関係を示す制御MAP等が記憶されていても良く、この制御MAPを用いれば、燃料電池が要求する燃料循環量を瞬時に評価し燃料ポンプの目標回転速度を決定し、燃料電池制御装置が燃料ポンプの回転速度を制御することが可能となるので、急加減速時に燃料循環路に燃料電池が要求するだけの燃料を循環させることが可能となる。

【0019】請求項4に記載の発明は、前記燃料電池制御装置が、前記出力指令値に基づき前記燃料ポンプの目標回転速度を決定するとともに、前記状態量と前記出力指令値又は前記状態量に基づき回転補正係数を算出し、前記目標回転速度を前記回転補正係数で補正して前記燃料ポンプを制御することを特徴とする請求項2に記載の燃料循環式燃料電池システムである。

【0020】請求項3に記載の発明では、燃料ポンプの目標回転速度は出力指令値に基づいて決定されていた。請求項4に記載の発明は、出力指令値により燃料ポンプの目標回転速度を決定する点は請求項3に記載の発明と同様であるが、さらに、燃料電池の状態（セル電圧、露点等）を勘案して、回転補正係数を算出し、前記目標回転速度を回転補正係数で補正して燃料ポンプの回転速度

が特徴である。

【0021】例えば、セル電圧がセル中の生成水、凝縮水などの影響により規定範囲よりも減少している場合には、回転補正係数を大きくして、燃料ポンプを割増回転させ、燃料の循環量を増やすことでセル中の凝縮水等を取り除き、セル電圧を規定範囲に復帰させるとともに、最終的に出力指令値で要求される燃料循環量（目標回転速度）に収束させていくことが可能となる。

【0022】また、燃料電池の状態量と出力指令値の両者を勘案して回転補正係数を算出すれば、よりきめ細かい燃料循環量の制御が可能となり、燃料電池の急加減速時であっても、燃料循環路に燃料電池が要求するだけの燃料を循環させることが可能となる。

【0023】請求項5に記載の発明は、前記状態量が燃料電池のセル電圧又は燃料電池入口における燃料の露点であることを特徴とする請求項4に記載の燃料循環式燃料電池システムである。請求項5に記載の発明によれば、セル電圧又は燃料電池入口における燃料の露点により燃料電池の状態を把握しながら、燃料循環路に循環させる燃料の量を調整することが可能となる。

【0024】請求項6に記載の発明は、前記燃料電池制御装置は、前記出力指令値に基づき前記燃料ポンプの目標回転速度を決定するとともに、前記出力指令値の時間変化率である出力増減率を求め、この出力増減率と前記出力指令値又は前記出力増減率に基づき回転補正係数を算出し、前記目標回転速度を前記回転補正係数で補正して前記燃料ポンプを制御することを特徴とする請求項1又は2に記載の燃料循環式燃料電池システムである。

【0025】請求項6に記載の発明は、出力指令値により燃料ポンプの目標回転速度を決定する点は請求項3に記載の発明と同様であるが、さらに、燃料電池の出力時間変化率の大小により回転補正係数を算出する点が特徴である。燃料電池の出力時間変化率が大きいとは、「燃料電池の出力が短時間の内に大きく変動する」との意味であるので、この場合には、回転補正係数を大きく設定する。逆に、燃料電池の出力時間変化率が小さいときには、回転補正係数を小さく設定する。

【0026】また、燃料電池の出力時間変化率と出力指令値の両者を勘案して回転補正係数を算出すれば、よりきめ細かい燃料循環量の制御が可能となる。このようにして回転補正係数を算出し、前記目標回転速度を回転補正係数で補正して回転速度指令値を算出し、燃料ポンプの回転速度を回転速度指令値となるように燃料ポンプを制御することにより、燃料電池の急加減速時に燃料循環路中に燃料電池が要求するだけの燃料を循環させることが可能となる。

【0027】請求項7に記載の発明は、前記燃料電池制御装置は、前記出力指令値及び出力増減率に基づき前記燃料ポンプの実行時間を算出し、前記燃料ポンプを制御

電池システムである。請求項 7 に記載の発明によれば、燃料電池制御装置が出力増減率に基づき、燃料ポンプが割増回転を行う実行時間を決定し、燃料ポンプを制御する。このような制御を行うことで、出力増減率が大きく変化する場合には、実行時間を大きく設定し、出力増減率の変化が小さい場合には、実行時間を小さく設定することで、燃料電池の急加減速時に燃料循環路中に燃料電池が要求するだけの燃料を循環させることが可能となる。ここで、「割増回転」とは、請求項 6 に記載された発明において算出された回転補正係数が 1 よりも大きく、燃料ポンプに対する回転速度指令値が目標回転速度よりも大きい場合を意味する。

【0028】請求項 8 に記載の発明は、前記燃料循環路は、前記燃料ポンプをバイパスするバイパス路と、このバイパス路上に配置され、前記状態量に基づき前記燃料電池制御装置によりその開閉が制御されるバイパス弁を備え、前記状態量が規定範囲内の場合には前記バイパス弁を開弁し、前記状態量が規定範囲外の場合には前記バイパス弁を閉弁し前記状態量の値に応じた回転速度で前記燃料ポンプを回転させることを特徴とする請求項 2 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の燃料循環式燃料電池システムである。

【0029】請求項 8 に記載の発明によれば、燃料ポンプを迂回するバイパス路を設け、このバイパス路中に燃料電池制御装置が開閉を制御するバイパス弁を設けた。この構成により、燃料ポンプを必要な場合にのみ作動させることが可能となる。つまり、燃料電池が定常運転状態にあるときには、燃料ポンプを停止して、燃料をバイパス路を流通させ、エゼクタのみにより燃料を循環させる。また、燃料電池に急加減速指令が発せられた場合及び燃料電池の状態量が規定範囲を外れた場合にのみ、バイパス弁を開弁し燃料ポンプを運転させ、燃料の循環量を一時的に増加する。

【0030】このようにすることで、燃料電池の急加減速時に限らず、燃料電池の状態量が規定範囲を外れた場合には、その状態量の値に応じた回転速度で燃料ポンプを回転させることで、燃料循環路中の燃料の循環量を増加し、燃料電池の状態を規定範囲内に復帰することが可能となる。また、この構成によれば、燃料電池の状態量が規定範囲外となった場合及び燃料電池の急加減速時にのみ燃料ポンプを回転させるので、燃料ポンプを稼動する電力を節約することが可能となる。

【0031】請求項 9 に記載の発明は、前記燃料電池制御装置は、前記状態量が規定範囲内の場合には、前記燃料ポンプを停止又はアイドル状態とすることを特徴とする請求項 2 ～ 7 のいずれか一項に記載の燃料循環式燃料電池システムである。請求項 9 に記載の発明によれば、燃料送出手段として、エゼクタと燃料ポンプとを併用しているハイブリッドシステムにおいて、燃料電池の状態

燃料ポンプを停止又はアイドル状態として、燃料ポンプで消費される電力を抑えることができるので、システム全体のエネルギー効率を高めることができる。

【0032】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を用いて説明するが、本発明はこの実施の形態にのみ限定されるものではなく、本発明の技術的思想を具現化する種々の変更が可能である。

【0033】〔第 1 実施形態〕図 1 は本発明の第 1 実施形態の燃料循環式燃料電池システムを示したものである。この実施の形態は燃料ポンプ方式の循環システムを採用しており、請求項 1 に記載された発明に対応するものである。また、この実施形態は、本発明の最も基本的な構成を示している。

【0034】燃料電池スタック 1 には、高圧水素タンク等より燃料の水素がレギュレータ 2 により調圧された上で供給される。レギュレータ 2 より供給される水素は、結合部 7 において燃料電池スタック 1 より排出された水素と混合され、燃料循環路 6 a を通って燃料電池スタック 1 のアノード側に供給される。

【0035】アノードにより消費されなかった水素は、燃料電池スタック 1 中の凝縮水と共に燃料循環路 6 b を通って排出され、燃料循環路 6 b の経路中に配置された燃料ポンプ 3 により循環力を付与された上で、結合部 7 に至り、再びレギュレータ 2 より供給される水素と合流し再び燃料電池スタック 1 に供給される。尚、図示はしていないが、燃料電池スタック 1 のカソード側には、酸化剤として空気が導入されている。これは、後記する第 2 ～ 第 6 実施形態でも同様である。

【0036】今、この燃料循環式燃料電池システムにおいて、ECU 4 に対して加減速値が入力されると ECU 4 はこの加減速値に応じて燃料電池スタック 1 へ出力指令値を発する。例えば、燃料電池車両の場合では、加減速値はアクセルペダルの踏み込み量に相当する。さらに、ECU 4 は、予め内部に記憶された出力指令値と目標回転速度（燃料循環量）との関係を示す制御 MAP（図 2（b））（以下、「出力ー回転速度 MAP」と称する）を参照し、出力指令値に対応する燃料ポンプ 3 の目標回転速度を求め、燃料ポンプ 3 の回転速度を目標回転速度に制御し、燃料循環式燃料電池システムが必要とする燃料の循環量を確保する。

【0037】図 2（b）は縦軸が燃料ポンプ 3 の回転速度（燃料循環量）を示し、横軸が出力指令値を示しており、出力指令値と 1 対 1 の関係で、燃料電池の必要とする燃料循環量（燃料ポンプ 3 の回転速度）が定められている。

【0038】第 1 実施形態の燃料循環式燃料電池システムにおいては、急加減速指令が発せられたとしても、その出力指令値に基づき ECU 4 が出力ー回転速度 MAP



必要とする燃料の循環量を評価し、燃料ポンプ 3 を目標回転速度に制御するので、燃料循環路 6 に燃料電池が要求するだけの燃料を循環させることが可能となる。

【0039】次に、第 1 実施形態における制御フローを図 2 (a) により説明する。ECU 4 に対して出力指令がなされると (S11)、ECU 4 は、予め記憶されている出力一回転速度 MAP (図 2 (b)) を参照し (S13)、それにより出力指令値に対する燃料ポンプ 3 の目標回転速度を決定する (S12)。続いて、ECU 4 は燃料ポンプ 3 の回転速度を目標回転速度に制御し (S14)、処理が終了する (S15)。

【0040】尚、第 1 実施形態においては、特許請求の範囲で言うところの「燃料送出手段」が「燃料ポンプ 3」及び「レギュレータ 2」に対応し、「燃料電池制御装置」が「ECU 4」に対応する。

【0041】〔第 2 実施形態〕図 3 は本発明の第 2 実施形態の燃料循環式燃料電池システムの装置構成を示したものである。この実施の形態においては燃料ポンプとエゼクタを併用した循環システムを採用しており、これ

も、請求項 1 及び 3 に記載された発明に対応するものである。また、この実施形態は、燃料送出手段として、燃料循環路内に燃料ポンプとエゼクタとを併用したハイブリッドシステムの最も基本的な実施形態である。

【0042】第 2 実施形態の燃料循環式燃料電池システムにおいては、燃料循環路 6 中にエゼクタ 5 が設けられており、エゼクタ 5 の後記するノズル 5 a は、レギュレータ 2 を介して高圧水素タンクに接続されており、高圧水素タンクの圧力を利用して燃料電池スタック 1 に新たな燃料を供給することが可能である。また、燃料循環路 6 b には燃料ポンプ 3 が設けられており、エゼクタ 5 とは独立して、燃料の循環力を発生することが可能である。また、燃料循環路 6 b は、エゼクタ 5 の後記する吸引室 5 c (図 4) に接続されており、エゼクタ 5 がノズル 5 a (図 4) から新たな燃料を噴射している場合には、量の大小はともかくもエゼクタ 5 のみで燃料循環路 6 中に燃料を循環させることが可能である。

【0043】ここでエゼクタ 5 について図 4 を用いて説明する。エゼクタ 5 は、一種の真空ポンプであり、圧力エネルギーを物質を輸送するためのエネルギーに変換する作用を有する。エゼクタ 5 はノズル 5 a、ディフューザ 5 b 及び吸引室 5 c とから構成されている。尚、吸引室 5 c は、燃料循環路 6 b と接続されている。

【0044】高圧水素タンク等よりレギュレータ 2 を経て調圧された水素は、エゼクタ 5 の細く絞られたノズル 5 a より高速で噴射される。ノズル 5 a より噴射される水素は、燃料循環路 6 b から吸引室 5 c に供給され、燃料電池スタック 1 で消費されなかった水素を巻き込みながらディフューザ 5 b に移動するのでノズル 5 a より新たな水素が噴射されることによって、水素は水素循環路

【0045】このように、第 2 実施形態においては、水素を水素循環路 6 内で循環させるための燃料送出手段としてエゼクタ 5 及び燃料ポンプ 3 を併用している点が特徴である。

【0046】従来のエゼクタ 5 のみで燃料を循環するシステム (図 20) では、急加減速指令が発せられた際に、水素の供給に応答遅れが生じたり (急加速時)、水素の循環が停止してしまう (急減速時) という問題が発生した (図 21)。しかし、第 2 実施形態の燃料循環式燃料電池システムにおいては、水素を循環させるためにエゼクタ 5 の他に、ECU 4 が制御可能な燃料ポンプ 3 を設けているので、急加減速指令が発せられ、エゼクタ 5 が適切に対応できない場合であっても、ECU 4 が、出力一回転速度 MAP (図 2 (b)) を参照して燃料ポンプ 3 の回転速度を目標回転速度に制御するので、燃料循環式燃料電池システムが必要とする燃料の循環量を適切に確保することが可能となる。

【0047】尚、第 2 実施形態における制御フローは実質的に第 1 実施形態 (図 2 (a)) と同様であるのでその説明を省略する。尚、特許請求の範囲で言うところの「燃料電池制御装置」が「ECU 4」に相当する。

【0048】〔第 3 実施形態〕図 5 は本発明の第 3 実施形態の燃料循環式燃料電池システムを示したものである。この実施の形態においては燃料送出手段として燃料ポンプ 3 とエゼクタ 5 を併用した循環システムを採用しており、請求項 2 ～ 5 に記載された発明に対応するものである。

【0049】第 3 実施形態の装置構成は、第 2 実施形態 (図 3) と同様であるが、ECU 4 が燃料電池のセル電圧を電圧計 10 により監視している点が異なっている。燃料電池は、ある規定範囲のセル電圧において稼動するように設計されている。しかし、燃料電池スタック 1 に生成水、凝縮水が蓄積する等の原因によりセル電圧が規定範囲よりも低くなってしまうことがある。本実施の形態は、このような状況で、燃料電池に対して出力指令が下された場合であっても、セル電圧の復帰を行いながら、出力指令で要求された出力を速やかに生み出すとともに、燃料電池が要求する水素循環量を常に満たすことができる燃料循環式燃料電池システムである。

【0050】第 3 実施形態の制御フロー (図 6) を参照しながら説明を行う。ECU 4 に対して加減速値が入力されると ECU 4 はこの加減速値に応じて燃料電池スタック 1 へ出力指令値を発する (S61)。この際、ECU 4 は、出力一回転速度 MAP (図 2 (b)) を参照して (S63)、燃料ポンプ 3 の目標回転速度を決定する (S62)。続いて、ECU 4 は燃料電池スタック 1 の状態を把握するために、燃料電池スタック 1 に設置された電圧計 10 を介して燃料電池のセル電圧を測定する (S64)。

前記出力指令値とを入力として回転補正係数決定ルーチンにより回転補正係数を算出する(S65)。この際、回転補正係数決定ルーチンは、ECU4内に予め備えられた回転補正MAPを参照する(S66)。尚、回転補正係数決定ルーチン及び回転補正MAPによる回転補正係数の決定方法には種々の方式が存在し、詳しくは後記する。

【0052】続いて、ステップS62で求められた目標回転速度とステップS65で求められた回転補正係数との積として、燃料ポンプ3に対する回転速度指令値が算出される(S67)。続いて、ECU4は燃料ポンプ3の回転速度が前記回転速度指令値となるように燃料ポンプ3を制御して(S68)処理が終了する(S69)。

【0053】尚、この制御フローにおいて、ステップS68の後に、燃料ポンプ3の回転速度を検出し、その速度が回転速度指令値に達したかどうかを判断するための処理を設け、燃料ポンプ3の回転速度が回転速度指令値に達していない場合、再びステップS64に戻るようなフィードバック制御を行うことも可能である。このようにフィードバック制御を行うことにより、時々刻々変化するセル電圧に応じて回転補正係数を更新することが可能となり、燃料ポンプ3の回転速度の制御にセル電圧をより反映することが可能となる。

【0054】ここで、回転補正係数とは、セル電圧が規定範囲を下回っていた場合に、セル電圧を規定範囲に復帰させるために必要な燃料ポンプ3の割増回転分を定めるものであり、セル電圧が規定範囲であるときに回転補正係数は1となり、セル電圧が規定範囲を下回れば下回るほど値が大きくなるような性質を有する。

【0055】次に、回転補正係数決定ルーチン(S65)及び回転補正MAP(S66)による回転補正係数決定のための種々の方式について説明する。

【0056】(1) 第1の方式

第1の方式においては、回転補正係数決定ルーチン(S65)はセル電圧を唯一の入力値として回転補正係数を決定する。この際、回転補正係数決定ルーチン(S65)は、回転補正MAPとして、図7(a)を参照する。図7(a)は、縦軸が回転補正係数、横軸がセル電圧であり、セル電圧に対する回転補正係数の関係を示す右下がりの補正係数直線が描かれている。この補正係数直線と横軸との交点が、セル電圧の規定値であり、通常の場合、燃料電池はこの規定値付近(規定範囲)で稼動するように設計されている。ステップS64で計測されたセル電圧を図7(a)の回転補正MAPに当てはめることで回転補正係数を求めることが可能となる。例えば、ステップS64で評価されたセル電圧がaの場合、回転補正係数は $K_a$ であることがMAPより直ちに求められる。

【0057】(2) 第2の方式

65)はセル電圧及び出力指令値を入力として回転補正係数を決定する。この際、回転補正係数決定ルーチン

(S65)は、回転補正MAPとして、図7(b)を参照する。第2の方式の特徴点は、回転補正係数を求めるに当たって、ステップS61で入力された出力指令値をセル電圧とともに用いることである。

【0058】第1の方式においては、出力指令値の大小に関わらず、回転補正係数がセル電圧より一義的に定められた。第1の方式を用いることで、燃料電池のセル電圧を回復させながら、燃料電池の出力を出力指令値まで変化させることが可能となった。第2の方式においては、さらに、セル電圧とともに出力指令値の大きさを勘案して回転補正係数を決定することで、燃料電池の出力が出力指令値となるまでの時間を短縮することが可能となる。つまり、燃料電池に求められる出力(出力指令値)が大きい場合(燃料ポンプ3が高速回転)には、回転補正係数を大きくし、燃料電池に求められる出力(出力指令値)小さい場合(燃料ポンプ3が低速回転)には、回転補正係数を小さくすることで、より、燃料電池の状態に則した制御を行うことが可能となる。

【0059】図7(b)は、出力指令値毎にそれぞれ補正係数直線が描かれている。図7(b)においては、その内、出力指令値がA、B、Cの場合の3本のみを代表として示してある。これらの補正係数直線は、出力指令値が大きくなるほど傾斜が急になり、横軸のセル電圧の規定値で一点に交わっている。これら出力指令値C、出力指令値B、出力指令値Aの直線はそれぞれ前記燃料電池スタック1の出力が最大～大の範囲、大～中の範囲、中～小の範囲の際に用いるように予め定めておくものである。第2の方式においては、ECU4は、出力指令値に対応する補正係数直線を選択し、更に、その補正係数直線上で現在のセル電圧に対応する回転補正係数を決定し燃料ポンプ3を制御する。

【0060】(3) 第3の方式

第3の方式においては、回転補正係数決定ルーチン(S65)はセル電圧のみを入力として回転補正係数を決定する。この際、回転補正係数決定ルーチン(S65)は、回転補正MAPとして、図7(d)を参照する。

【0061】第3の方式における特徴点は、セル電圧の降下度を連続的ではなく段階的に評価することである。この点について図7(c)を用いて説明する。図7

(c)は、燃料電池スタック1に水素を循環させない場合のセル電圧の時間変化を表したグラフである。このように水素を循環させないと、セル電圧は徐々に減少していく。第3の方式においては、セル電圧の降下度について閾値を用いて管理しており、例えば、図7(c)では、セル電圧の降下度が範囲1の場合にはセル電圧を閾値1で代表させ、範囲2の場合にはセル電圧を閾値2で、範囲3の場合にはセル電圧を閾値3で代表させる。



れたセル電圧が前記したどの閾値に対応するのかを判断し、図7(d)に示した回転補正MAPを参照して、回転補正係数を定める。図7(d)より判るように、セル電圧の降下度が大きくなればなるほど回転補正係数が大きくなる。尚、セル電圧が、規定範囲内に収まっている場合(図7(c)の閾値1よりもセル電圧が高い範囲)には、燃料ポンプ3の回転補正は必要ないので、図7(d)において、回転補正係数=1が選択される(図7(d)の縦軸と横軸の交点)。

【0063】第3の方式においては、セル電圧を幾つかの閾値で代表させるので、ECU4は、図7(a)、図7(b)のように、セル電圧と回転補正係数とが1対1で対応するような詳細な回転補正MAPを記憶する必要が無いので、ECU4が記憶しなければならないデータ量を減少させることが可能となる。尚、前記した説明では、便宜的に3つの閾値によりセル電圧の降下度を評価しているが、閾値の設定数はこれに限定されない。

#### 【0064】(4) 第4の方式

第4の方式は、第3の方式のようにセル電圧の降下度を閾値を用いて評価するとともに、第2の方式の要素を取り入れ、出力指令値を加味して燃料ポンプ3の回転補正係数を決定する。この際、回転補正係数決定ルーチン(S65)は、回転補正MAPとして、図8(a)を参照する。

【0065】図8(a)は、横軸が、閾値の値(電圧)であり、縦軸が回転補正係数を示している。それぞれの閾値(閾値1～閾値3)において、出力指令値(A～C)毎に回転補正係数が定まっている。尚、図8(a)に描かれた出力指令値A～Cは、説明のために代表値を示したものであり、実際のシステムにおいては、出力指令値はより細かいステップで設定されていても良い。

【0066】このように、セル電圧の降下度を幾つかの閾値で管理することで、ECU4が記憶するデータ量を減少させることができる。さらに、第4の方式では、回転補正係数を定めるに当たって出力指令値を加味しているので、第2の方式同様に、燃料電池の出力が出力指令値となるまでの時間を短縮することが可能となる。尚、前記した説明では、便宜的に3つの閾値によりセル電圧の降下度を評価しているが、閾値の設定数はこれに限定されない。

#### 【0067】(5) 第5の方式

第5の方式は、第3の方式と同様にセル電圧の降下度を閾値を用いて評価するものである。第3の方式と相違している点は、回転補正係数を求めるために参照する回転補正MAPである。

【0068】第5の方式においては、図8(b)に示すような回転補正マップを用いる。図8(b)は縦軸が回転補正係数であり、横軸が燃料循環式燃料電池システムに発せられた出力指令値である。図中には、図7(c)

係数直線が描かれている。ECU4は、ステップS64で測定されたセル電圧より、セル電圧がどの閾値に対応するのかを判断して、回転補正係数を求めるために使用する補正係数直線を選択する。さらに、選択された補正係数直線において、ステップS61で入力された出力指令値に対応する回転補正係数を読み出す。

【0069】尚、ステップS64において測定されたセル電圧が規定範囲である場合には、回転補正係数=1が選択される。尚、前記した説明では、便宜的に3つの閾値によりセル電圧の降下度を評価しているが、閾値の設定数はこれに限定されない。

【0070】〔第4実施形態〕第4実施形態における燃料循環式燃料電池システムの装置構成は、第2実施形態(図3)と同じものである。装置構成の図面は省略する。第4実施形態においては、出力一回転速度MAP(図2(b))を用いて燃料ポンプ3の目標回転速度を決定するとともに、ECU4がその内部に備えたタイマーにより算出した出力指令値の時間変化率(以下、「出力増減率」と言う)を用いてECU4が燃料ポンプ3の回転速度を制御することが特徴である。尚、第4実施形態は、請求項6に記載された発明に対応するものである。

【0071】第4実施形態の制御フローを図9を用いて説明する。ECU4に対して加減速値が入力されるとECU4はこの加減速値に応じて燃料電池スタック1へ出力指令値を発する(S91)。その際ECU4は、出力一回転速度MAP(図2(b))を参照して(S93)、燃料ポンプ3の目標回転速度を決定する(S92)。続いて、ECU4は出力指令値の時間変化率である出力増減率( $dI/dt$ )を計算する(S94)。

【0072】ECU4は、出力増減率単独又は出力増減率と出力指令値とを入力として回転補正係数決定ルーチンにより回転補正係数を算出する(S95)。この際、回転補正係数決定ルーチンは、ECU4内に予め備えられた回転補正MAPを参照する(S96)。尚、回転補正係数決定ルーチン及び回転補正MAPによる回転補正係数の決定方法には種々の方式が存在し、詳しくは後記する。

【0073】続いて、ステップS92で求められた目標回転速度とステップS95で求められた回転補正係数との積として、燃料ポンプ3に対する回転速度指令値が算出される(S97)。続いて、ECU4は燃料ポンプ3の回転速度が前記回転速度指令値となるように燃料ポンプ3を制御して(S98)処理が終了する(S99)。

【0074】尚、出力増減率( $dI/dt$ )とは、ステップS91において燃料循環式燃料電池システムに加えられた出力指令値の時間変化率のことであり、燃料電池車の場合を例にとると、アクセルの踏み込み方の違いであり、アクセルをすばやく踏んだ場合には出力増減率



合には出力増減率 ( $dI/dt$ ) は小さくなる。

【0075】次に、回転補正係数決定ルーチン (S95) 及び回転補正MAP (S96) による回転補正係数決定のための種々の方式について説明する。

【0076】(1) 第1の方式

第1の方式においては、回転補正係数決定ルーチン (S95) は出力増減率 ( $dI/dt$ ) を唯一の入力として回転補正係数を決定する。この際、回転補正係数決定ルーチン (S95) は、回転補正MAPとして、図10 (a) を参照する。

【0077】図10 (a) は、縦軸が回転補正係数であり、横軸がステップS94で計算された出力増減率である。回転補正係数は、出力増減率 ( $dI/dt$ ) が0の場合に最低値1となり、出力増減率 ( $dI/dt$ ) の絶対値が大きくなるほど大きな値を取る。

【0078】尚、出力増減率 ( $dI/dt$ ) がプラスの場合もマイナスの場合も回転補正係数は大きくなるが、これは、図21 (a), (b) で見たように燃料電池システムにおいて、加速時及び減速時のどちらの場合においても、燃料循環路6中を循環する水素の量が一時的に不足する状態が発生するためである。

【0079】また、出力増減率 ( $dI/dt$ ) の絶対値が大きいとは、いわばアクセルが急激に操作されたことに相当し、短時間の内に燃料電池の出力を出力指令値に制御しなければならないことを意味する。そのため、短時間の内に燃料ポンプ3の回転速度を所定値とするために、回転補正係数は大きな値となる。それに対し、出力増減率 ( $dI/dt$ ) の絶対値が小さいとは、いわばアクセルが緩やかに操作されたことに相当し、この場合には、燃料ポンプ3の回転速度を緩やかに制御すればよいので回転補正係数は小さな値となる。

【0080】(2) 第2の方式

第2の方式においては、回転補正係数決定ルーチン (S95) は出力増減率 ( $dI/dt$ ) と出力指令値を入力として回転補正係数を決定する。この際、回転補正係数決定ルーチン (S95) は、回転補正MAPとして、図10 (b) を参照する。

【0081】図10 (b) は縦軸が回転補正係数であり横軸が出力増減率である。図中には、ステップS91

(図9) で入力された出力指令値毎に補正係数グラフが描かれている。図10 (b) においては、その内、出力指令値がA, B, Cの場合の3本を代表として示している。この出力指令値A, B, Cの考え方は、前記した図7 (b) と同様であるので、ここでは説明を割愛する。

【0082】第2の方式においては、ECU4は、ステップS91で入力された出力指令値に対応する補正係数グラフを選択し、更に、その補正係数グラフ上で現在の出力増減率に対応する回転補正係数を決定する。第2の方法によれば、出力指令値を考慮して回転補正係数を決

度指令値に制御することが可能となる。

【0083】(3) 第3の方式

第3の方式においては、回転補正係数決定ルーチン (S95) は出力増減率 ( $dI/dt$ ) を唯一の入力として回転補正係数を決定する。この際、回転補正係数決定ルーチン (S95) は、回転補正MAPとして、図10 (d) を参照する。

【0084】第3の方式における特徴点は、出力増減率の絶対値を算出し、さらにその絶対値の大きさを段階的に評価する点である。図10 (a), (b) の回転補正係数グラフは、出力増減率=0の直線に対してほぼ対称な形状である。これは、加速の場合も減速の場合も一時的に燃料循環路6中を循環する水素の量が減少するために、燃料ポンプ3の回転速度を増加させる必要があるからである。このように、回転補正係数グラフは、出力増減率=0の直線に対してほぼ対称な形状であるので、出力増減率の絶対値 (以下  $|dI/dt|$  と記す) を算出し、その絶対値を段階的に評価することにより、回転補正係数を決定することが可能となる。

【0085】この点について図10 (c) を用いて説明する。図10 (c) は、縦軸が  $|dI/dt|$  である。第3の方式においては、 $|dI/dt|$  を閾値を用いて管理しており、例えば、図10 (c) では、 $|dI/dt|$  が範囲1の場合には  $|dI/dt|$  を閾値1で代表させ、範囲2の場合には  $|dI/dt|$  を閾値2で、範囲3の場合には  $|dI/dt|$  を閾値3で代表させる。

【0086】ECU4はステップS94で評価された出力増減率がどの閾値に対応するのかを判断し、図10

(d) の回転補正MAPを参照し、回転補正係数を定め、ステップS97において、燃料ポンプ3の目標回転速度にこの回転補正係数を掛け合わせた値を回転速度指令値として燃料ポンプ3を制御する。

【0087】この第3の方式によれば、ECU4は第1及び第2の方式のように、回転補正係数と出力増減率との関係を示すMAPを記憶する必要がなく、 $|dI/dt|$  の閾値とそれに対応する回転補正係数のみを記憶すればよいので、ECU4の記憶すべきデータ量を大幅に減少させることが可能となる。また、第3の方式においては、 $|dI/dt|$  を3つの閾値で管理しているが、閾値の設定数はこれに限られない。

【0088】(4) 第4の方式

第4の方式は、第3の方式のように、 $|dI/dt|$  を閾値を用いて管理するとともに、第2の方式の要素を取り入れ、出力指令値を加味して燃料ポンプ3の回転補正係数を決定する。この際、回転補正係数決定ルーチン (S95) は、回転補正MAPとして図11 (a) を参照する。

【0089】図11 (a) は、横軸が、 $|dI/dt|$  の閾値であり、縦軸が回転補正係数を示している。それ

(A～C) 毎に回転補正係数が定まっている。尚、図11(a)に描かれた出力指令値A～Cは、説明のために代表値を示したものであり、実際のシステムにおいては、出力指令値はより細かいステップで設定されているのも良い。

【0090】このように、 $|dI/dt|$ を幾つかの閾値で管理することで、ECU4が記憶するデータ量を減少させることができる。さらに、第4の方式では、回転補正係数を定めるに当たって出力指令値を加味している10ので、第2の方式同様に、燃料電池の出力が出力指令値となるまでの時間を短縮することが可能となる。尚、図11(a)においては便宜的に3つの閾値により $|dI/dt|$ を評価していたが、閾値の設定数はこれに限定されない。

#### 【0091】(5) 第5の方式

第5の方式は、第3の方式と同様に $|dI/dt|$ を閾値を用いて評価するものである。第3の方式と相違している点は、回転補正係数を求めるために参照する回転補正MAPである。

【0092】第5の方式においては、図11(b)に示すような回転補正マップを用いる。図11(b)は縦軸が回転補正係数であり、横軸が燃料循環式燃料電池システムに発せられた出力指令値である。図中には、図10(c)で示した閾値(閾値1～閾値3)に対応した3本の補正係数直線が描かれている。20

【0093】ECU4は、ステップS94で測定された出力増減率より、 $|dI/dt|$ がどの閾値に対応するのかを判断して、回転補正係数を求めるために使用する補正係数直線を選択する。さらに、選択された補正係数直線において、ステップS91で入力された出力指令値30に対応する回転補正係数を読み出す。尚、前記した説明では、便宜的に3つの閾値により $|dI/dt|$ を評価しているが、閾値の設定数はこれに限定されない。

#### 【0094】(6) 第6の方式

第3実施形態においては、燃料電池スタック1のセル電圧を用いて燃料ポンプ3の回転補正係数を決定していた。そのため、第3実施形態では、燃料電池の状態を燃料ポンプ3の制御に反映することが可能であった。

【0095】しかし、第4実施形態においては、燃料電池システムに対する出力増減率を用いて燃料ポンプ3の40制御を行うことから、燃料電池システムの状態(例えばセル電圧)等を把握して制御に反映することができない。そこで、第6の方式においては、出力増減率を用いて燃料ポンプ3の回転補正係数を決定するとともに、燃料ポンプ3が割増回転を行う実行時間をも制御することで、燃料電池システムをより安定して運転することを可能にする。尚、本方式は、請求項7に対応する実施形態である。

【0096】ここで、「割増回転」とは、燃料ポンプ3

正係数)に制御する際に、回転補正係数が1よりも大きい場合を意味する。

【0097】第6の方式における制御フローを図12に示す。図12の制御フローにおいて、ステップS121～S127までは、図9に示した第4実施形態の制御フローのステップS91～S97と同様であるためにその説明を省略する。また、ステップS125及びS126において燃料ポンプ3の回転補正係数を決定するためには、前記した第1の方式～第5の方式の中から任意のものを採用することができる。

【0098】第6の方式における特徴点は、ステップS128以降である。ステップS128においてECU4は、燃料ポンプ3をステップS127で決定された回転速度指令値で回転させる時間(実行時間指令値)を決定する。この際、実行時間決定ルーチン(S128)は、実行時間MAP(S129)を参照する。

【0099】ここで、実行時間MAPの一例を図13に示す。図13は縦軸が燃料ポンプ3を回転速度指令値で回転させる実行時間を示す実行時間指令値であり、横軸が出力増減率である。また、図13には、出力指令値の一例として、出力指令値A～Cごとに3本のグラフが描かれている。図13では、出力指令値が大きく、出力増減率の絶対値が大きいほど実行時間指令値が大きく、つまり、燃料ポンプ3の割増回転時間が大きくなるように設定されている。

【0100】ECU4は、この実行時間MAPを参照して、燃料ポンプ3を割増回転させるための実行時間指令値を決定する。このようにして決定された実行時間指令値と回転速度指令値に従い燃料ポンプ3がその時間内において制御される(S131)。

【0101】尚、実行時間指令値で指定された時間が経過した後は燃料ポンプ3は、ステップS122で決定された目標回転速度で回転することとなる。このように第6の方式では、燃料ポンプ3が回転補正係数で与えられる割増回転を行う実行時間をも制御するので、燃料電池システムをより安定して運転することが可能となる。

【0102】〔第5実施形態〕図14は、本発明の第5実施形態の燃料循環式燃料電池システムを示したものである。この実施の形態においては燃料送出手段として燃料ポンプとエゼクタを併用した循環システムを採用しており、請求項2～5に記載された発明に対応するものである。

【0103】第5実施形態の装置構成は第2実施形態(図3)と同様であるが、燃料循環路6aに加湿器11が備えられており、さらに燃料循環路6aの燃料電池スタック1の直前に、循環する水素の露点を測定するための露点検出器12を備え、ECU4がその露点を監視している点が異なっている。

【0104】燃料循環式燃料電池システムにおいては、



水素を供給する必要がある、そのために燃料循環路 6 a には加湿器 11 が備えられている。しかし、燃料電池システムに急加速指令が発せられた際、一時的に加湿器の発生水蒸気量が、必要量に追いつかなくなる場合がある。また、水素の循環量の制御が行われないう状態で燃料電池システムに急加減速指令が発せられた場合、燃料循環路 6 を循環する水素の循環量が一時的に不足する現象が発生する(図 21)。このような状況においては、加湿器の運転量を増加して発生する水蒸気量を増したとしても、水蒸気を運ぶための水素の循環量が減少するために、燃料電池スタック 1 が必要とする水蒸気量を満たすことができない。

【0105】ところで、燃料電池スタック 1 より排出される水素は燃料電池スタック 1 中の生成水、凝縮水等を取り込んでいるために、常に水蒸気で飽和している。従って、燃料電池システムの急加減速時には、燃料循環路 6 中の水素の循環量を増して、燃料電池システムから排出される水蒸気飽和水素を燃料循環路 6 a に循環させれば、燃料電池システムが必要とする水蒸気を循環させることが可能となり、さらに加湿器 11 が燃料の循環流から水分を得るものである場合には、その一時的な水分不足を補うことになる。

【0106】すなわち、第 5 実施形態においては、燃料電池の水素の露点を監視することで、燃料電池システムに急加減速指令が発せられた際であっても、燃料循環路 6 を循環する水素量及び水蒸気量を確保することができる燃料循環式燃料電池システムを例示する。

【0107】図 15 に、第 5 実施形態の燃料循環式燃料電池システムの制御フローを示す。燃料循環式燃料電池システムに対して出力指令がなされると(S151)、ECU4 は、出力-回転速度 MAP (図 2 (b)) を参照して(S153)、燃料ポンプ 3 の目標回転速度を決定する(S152)。続いて、ECU4 は燃料電池スタック 1 の直前の燃料循環路 6 a に配置された露点検出器 12 を介して水素の露点を測定する(S154)。

【0108】ECU4 は、ステップ S154 で測定された水素の露点を用いて回転補正係数決定ルーチンにより回転補正係数を算出する(S155)。この際、回転補正係数決定ルーチンは、ECU4 内に予め備えられた回転補正 MAP (図 16) を参照する(S156)。

【0109】図 16 は、縦軸が回転補正係数であり、横軸が水素の露点を示している。露点検出器 12 で測定された水素の露点が低い場合には、回転補正係数を大きくして、燃料ポンプ 3 の回転速度を上げ、燃料電池スタック 1 より排出される水蒸気飽和水素の循環量を増す。続いて、ステップ S152 で求められた目標回転速度とステップ S155 で求められた回転補正係数との積として、燃料ポンプ 3 に対する回転速度指令値が算出される(S157)。

度が前記回転速度指令値となるように燃料ポンプ 3 を制御して(S158)処理が終了する(S159)。

【0111】尚、本実施の形態においては、燃料循環路 6 a に配置された露点検出器 12 を用いて水素の露点を検出していたが、システムによっては、加湿器 11 後の水素が水蒸気で飽和している場合もあるので、このような場合には、露点検出器 12 に代えて温度計を用いることで本実施の形態の制御を行うことも可能である。

【0112】尚、露点により回転補正係数を決定する方法には、第 3 実施形態や第 4 実施形態で述べたような、出力指令値を加味する方法、露点を閾値により管理する方法等を応用することが可能である。

【0113】〔第 6 実施形態〕図 17 に本発明の第 6 実施形態の燃料循環式燃料電池システムを示した。尚、この実施形態は請求項 8 に対応するものである。第 6 実施形態の装置構成における特徴点は、燃料循環路 6 に、燃料ポンプ 3 を迂回するバイパス路 13 を設け、このバイパス路 13 中に ECU4 が開閉制御可能なバイパス弁 14 を設けた点である。それ以外の点は第 3 実施形態(図 5)と同様である。

【0114】第 6 実施形態では、燃料電池システムが定常運転状態にある場合には、燃料ポンプ 3 の運転を停止、又は、低出力状態(アイドル状態)のまま待機させておき、バイパス弁 14 を開き、バイパス路 13 により燃料ポンプ 3 を迂回してエゼクタ 5 に水素を循環させる。水素は、エゼクタ 5 により循環力を付与されて燃料循環路 6 を循環させる。

【0115】燃料電池システムに急加減速指令が発せられたり、燃料電池システムの状態量(例えばセル電圧等)が規定範囲よりも減少してしまったりした場合に、ECU4 はそれを監視して、バイパス弁 14 を閉じるとともに、燃料ポンプ 3 を所定回転速度で回転させることで、燃料循環路 6 に循環させる水素の量を増やし、出力指令に対応したり、燃料電池の状態量を規定範囲に復帰させる。尚、第 6 実施形態では、燃料電池の状態量としてセル電圧を用いているが、水素の露点等を評価しても良い。

【0116】図 18 を用いて第 6 実施形態の制御フローを説明する。まず、燃料電池スタック 1 に設けられた電圧計 10 によりセル電圧が測定される(S181)。続いて、このセル電圧が規定範囲かどうか判断され(S182)、セル電圧が規定範囲であると判断された場合には(Y)バイパス弁 14 に対して開弁指令がなされ(S183)、燃料ポンプ 3 は停止される(S184)。しかし、ステップ S182 において、セル電圧が規定範囲を下回っていると判断された場合には、バイパス弁 14 を閉じ、燃料ポンプ 3 を所定の回転速度で回転させるための処理が行われる(S185~S194)。

【0117】まず、ステップ 185 において、燃料電池

うかが判断される。出力指令がなされている場合には (Y)、出力指令値に応じて、ステップ S 187 において、燃料ポンプ 3 の目標回転速度が決定される。

【0118】それに対して、出力指令がなされていない場合には、ステップ 187 において燃料ポンプ 3 の目標回転速度を決定することができないために、現在の燃料電池システムの出力を出力指令値とする (S 186)。続いて、出力一回転速度 MAP (図 2 (b)) を参照して (S 189)、出力指令値に対応する燃料ポンプ 3 の目標回転速度が決定される。

【0119】さらに、ステップ S 181 で計測されたセル電圧に基づき、例えば、図 7 (a)、図 7 (b)、図 7 (d)、図 8 (a) に示したような、回転補正 MAP を参照する (S 191) ことにより、回転補正係数決定ルーチン (S 190) が燃料ポンプ 3 の割増回転分である回転補正係数を求める。

【0120】その後、目標回転速度と回転補正係数との積として回転速度指令値が算出され (S 192)、バイパス弁 14 が閉弁され、水素を燃料ポンプ 3 に流通可能とするとともに、燃料ポンプ 3 をステップ 192 で算出された回転速度指令値に制御する (S 194)。その後制御は S 181 に戻り、再びセル電圧が評価される。

【0121】より具体的に第 6 実施形態の燃料循環式燃料電池システムの水素循環量の制御動作について図 19 により説明する。図 19 は、第 6 実施形態の燃料循環式燃料電池システムのセル電圧の変化とシステム内の水素循環量の変化を同時に示したタイムチャートである。

【0122】燃料電池のセル電圧は A 点までは、規定範囲内にあるものとする。このとき、図 17 の燃料電池システムにおいては、燃料ポンプ 3 は停止等され、バイパス弁 14 が開弁され、エゼクタ 5 のみで燃料循環路 6 中の水素循環が行われている。A 点において例えば、燃料電池スタック 1 中の凝縮水の影響等によりセル電圧が閾値 1 を下回ると、ECU 4 は図 18 に示した制御フローに従い、バイパス弁 14 が閉弁し、燃料ポンプ 3 に対してステップ S 192 で算出された回転速度指令値で動作せよとの指示を出し、燃料ポンプ 3 の回転速度が増加する。それに伴い、水素循環路 6 中を循環する水素量が増加する。

【0123】しかしながら、この例においては、燃料電池のセル電圧は規定範囲に復帰せず、B 点において更に閾値 2 を下回ったとする。すると、ECU 4 は、図 18 に示した制御フローに従い燃料ポンプ 3 の回転速度をさらに増加させ、システムを循環する水素量を更に増加させる。その後、C 点及び D 点を経るにつれて燃料電池のセル電圧が規定範囲に復帰すると ECU 4 は、バイパス弁 14 を開弁し、燃料ポンプ 3 を停止等し、再びエゼクタ 5 のみで水素循環を行う。

【0124】このように第 6 実施形態においては、セル

や、出力指令がなされた場合に燃料ポンプ 3 を稼働させて、燃料循環路 6 中の水素循環量を増加させ、それ以外の場合には燃料ポンプ 3 を停止やアイドル状態としているので、常時燃料ポンプ 3 を稼働させる必要が無く、エネルギーの節約をすることが可能となる。さらに、この第 6 実施形態のバイパス通路・バイパス弁の構成に拘わらず、燃料電池スタック 1 の状態量が規定範囲内にあり、エゼクタのみでシステムに必要な水素を循環できる場合には、燃料循環路 6 中の燃料ポンプを停止又はアイドル状態とすることで、燃料循環式燃料電池システムのエネルギー効率を高めることができる。

【0125】

【発明の効果】本発明は、前記のように構成したので、次のような顕著な効果を奏する。請求項 1 に記載の発明によれば、燃料電池に対する出力指令値に応じて、燃料送出手段が燃料循環路中を循環する燃料の量を制御するので、燃料電池に急加減速指令が発せられたとしても、燃料電池に循環する燃料の量が不足することがない。

【0126】また、燃料送出手段として燃料電池制御装置が制御可能な燃料ポンプを単独で、又は、燃料ポンプと高圧燃料タンクの圧力で燃料の循環力を生み出すエゼクタとを組み合わせ用いているので、燃料電池に対して急加減速指令が発せられ、エゼクタが十分に対応できない状況であっても、燃料ポンプの回転速度を増すことにより、燃料循環路中に燃料電池が要求するだけの燃料を循環させることが可能となる。

【0127】請求項 2 に記載の発明によれば、燃料電池制御装置が、燃料電池の状態量を監視する機能を有しているため、例えば、燃料電池のセル電圧や燃料の露点等を監視して、その情報を燃料循環路を循環させる燃料の量に反映させることが可能となる。

【0128】請求項 3 に記載の発明によれば、燃料電池制御装置が出力指令値に基づいて燃料ポンプの目標回転速度を決定するので、燃料電池の出力に基づいて燃料ポンプの回転速度を制御する場合と異なり、燃料循環量に制御遅れが発生することがない。

【0129】請求項 4 に記載の発明によれば、燃料電池制御装置が燃料電池の状態量 (セル電圧、燃料の露点等) を加味して燃料の循環量を制御するので、燃料電池の状態量が規定範囲より外れているような場合には、燃料循環量を割増することで、状態量の復帰を行いながら、出力指令値で要求される燃料循環量を確保することが可能となる。

【0130】請求項 5 に記載の発明によれば、燃料電池の状態量として、セル電圧又は、燃料電池入口における燃料の露点を採用しているため、これらの状態量により燃料電池の状態を把握しながら燃料の循環量を制御することが可能となる。

【0131】請求項 6 に記載の発明によれば、燃料電池



るので、燃料電池に対して急加減速指令が発せられたとしても、その出力増減率に応じて燃料ポンプの割増回転が行われるので、燃料電池が要求する燃料循環量を確保することが可能となる。

【0132】請求項7に記載の発明によれば、燃料電池制御装置が出力増減率に基づき、燃料ポンプが割増回転を行う実行時間を決定するので、出力増減率の大小に応じただけの燃料を燃料循環路中に循環させることが可能となる。

【0133】請求項8に記載の発明によれば、燃料循環路中に、燃料ポンプをバイパス可能なバイパス路及びバイパス弁を設けたので、運転するために電力を必要とする燃料ポンプを必要な時のみ作動させることが可能となった。燃料ポンプを出力指令が発せられたとき及び燃料電池の状態量が規定範囲から外れている時にのみ運転させることで、燃料ポンプを稼働させる電力を節約することが可能となる。

【0134】請求項9に記載の発明によれば、燃料電池の状態量が規定範囲内の場合には、燃料ポンプを停止又はアイドル状態とするので、燃料循環式燃料電池システムのエネルギー効率を高めることが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施形態の燃料循環式燃料電池システムの装置構成を示す模式図である。

【図2】 本発明の第1実施形態の制御フロー（図2（a））及び出力—回転速度MAP（図2（a））である。

【図3】 本発明の第2実施形態の燃料循環式燃料電池システムの装置構成を示す模式図である。

【図4】 エゼクタの断面図である。

【図5】 本発明の第3実施形態の燃料循環式燃料電池システムの装置構成を示す模式図である。

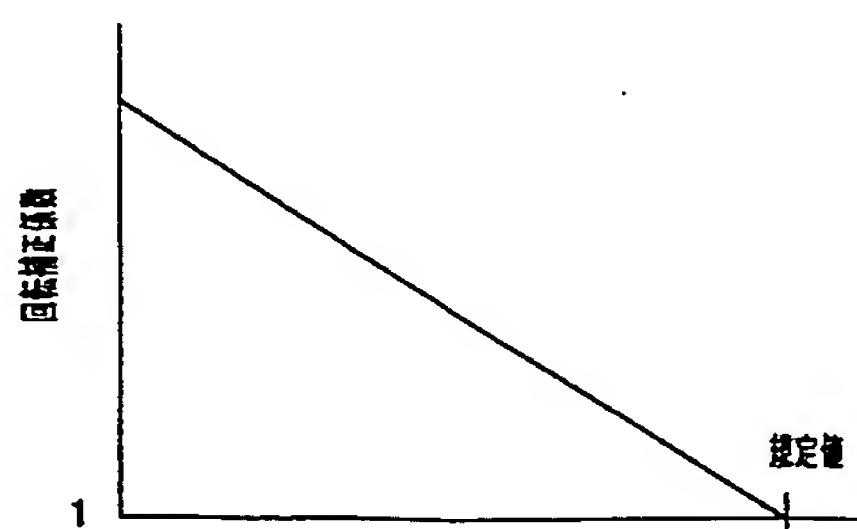
【図6】 本発明の第3実施形態の制御フローである。

【図7】 本発明の第3実施形態で用いる回転補正MAPである。

【図8】 本発明の第3実施形態で用いる回転補正MAPである。

【図9】 本発明の第4実施形態の制御フローである。

【図16】



【図10】 本発明の第4実施形態で用いる回転補正MAPである。

【図11】 本発明の第4実施形態で用いる回転補正MAPである。

【図12】 本発明の第4実施形態の第6の方式における制御フローである。

【図13】 本発明の第4実施形態の第6の方式で用いる実行時間MAPである。

【図14】 本発明の第5実施形態の燃料循環式燃料電池システムの装置構成を示す模式図である。

【図15】 本発明の第5実施形態の制御フローである。

【図16】 本発明の第5実施形態で用いる回転補正MAPである。

【図17】 本発明の第6実施形態の燃料循環式燃料電池システムの装置構成を示す模式図である。

【図18】 本発明の第6実施形態の制御フローである。

【図19】 本発明の第6実施形態の燃料循環式燃料電池システムの制御動作を説明するためのタイムチャートである。

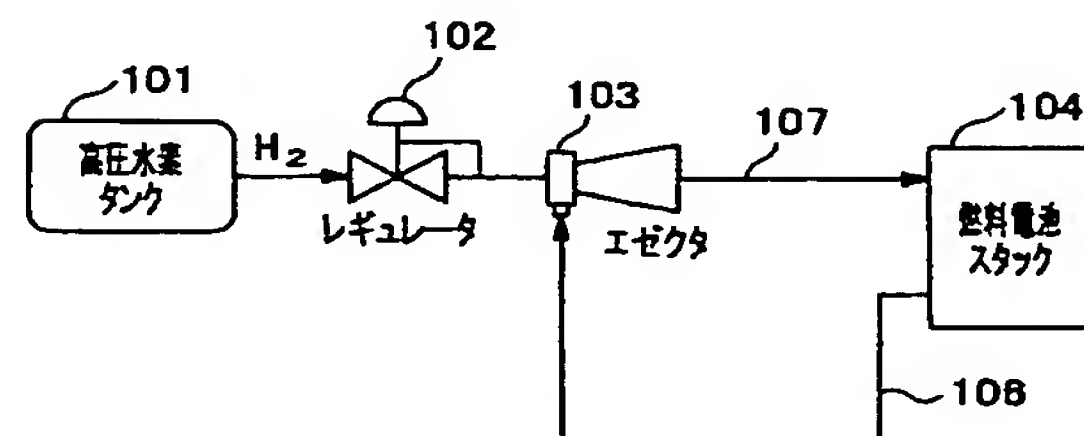
【図20】 従来の燃料循環式燃料電池システムの装置構成を示す模式図である。

【図21】 従来の燃料循環式燃料電池システムの問題点を示す図である。

#### 【符号の説明】

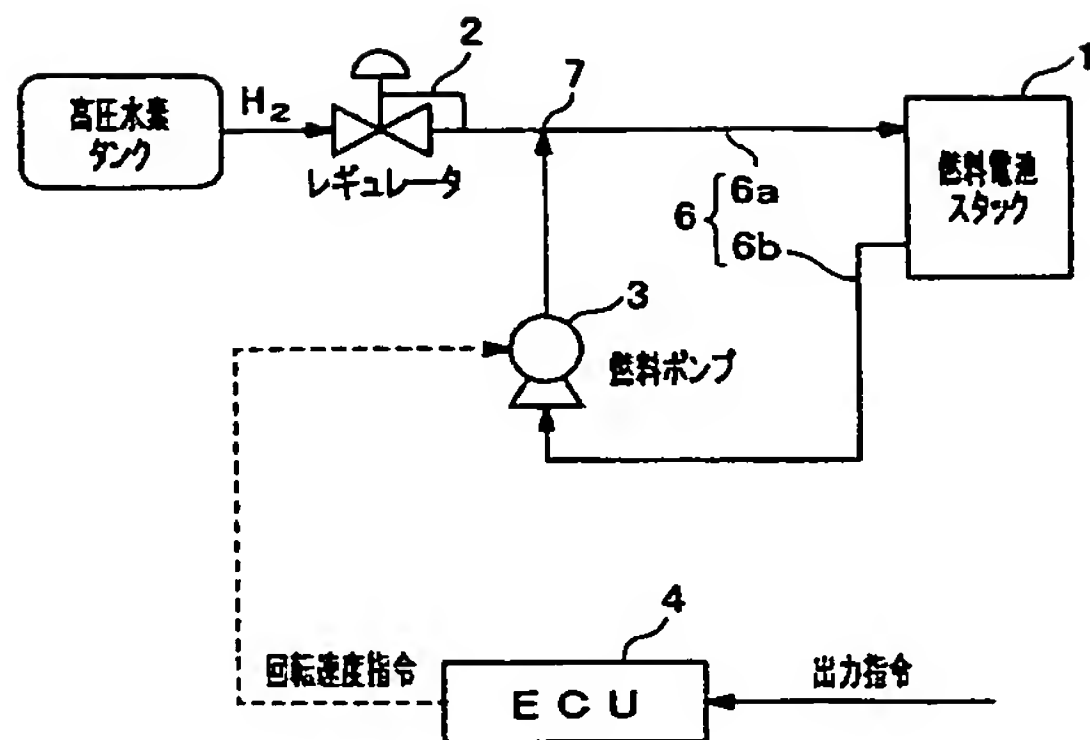
- 1 燃料電池スタック
- 2 レギュレータ
- 3 燃料ポンプ
- 4 ECU
- 5 エゼクタ
- 6、6a、6b 燃料循環路
- 7 結合部
- 10 電圧計
- 11 加湿器
- 12 露点検出器
- 13 バイパス路
- 14 バイパス弁

【図20】



【図1】

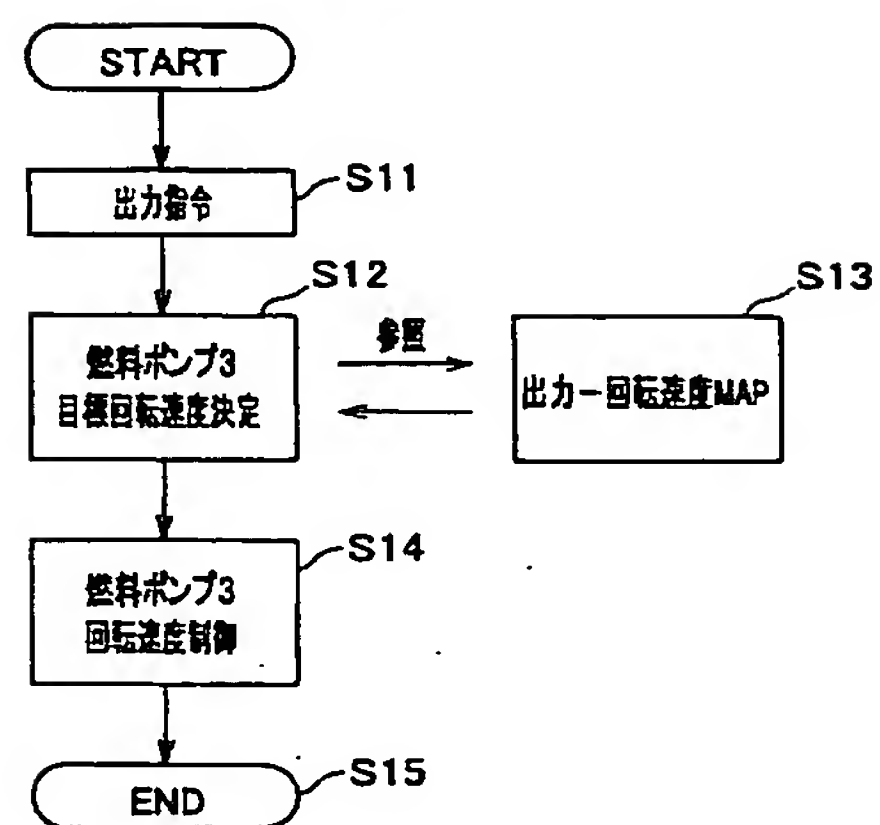
【第1実施形態】



【図2】

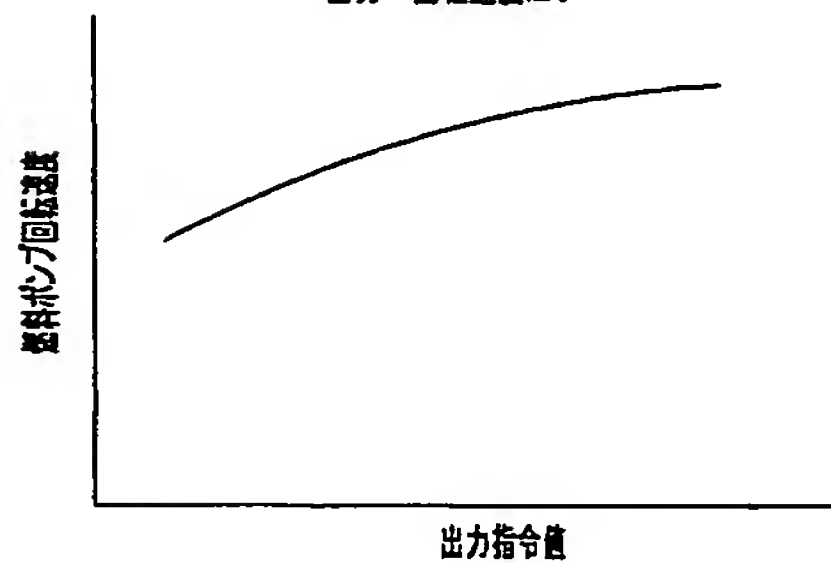
【第1実施形態の制御フロー】

(a)



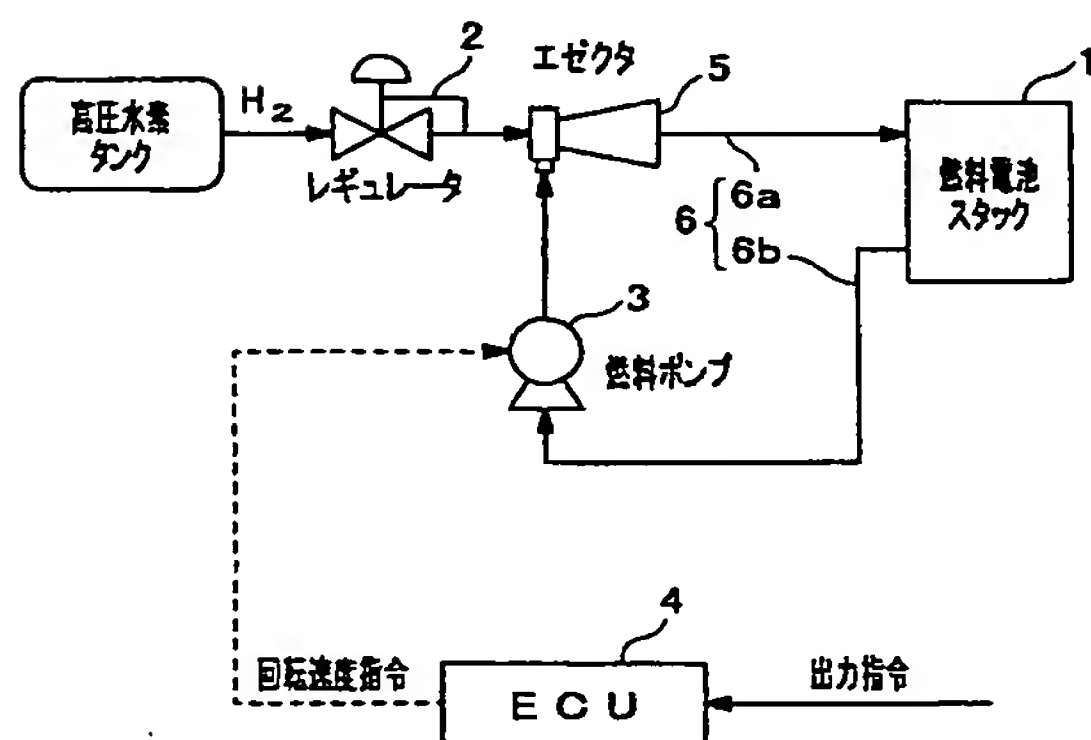
(b)

出力-回転速度MAP

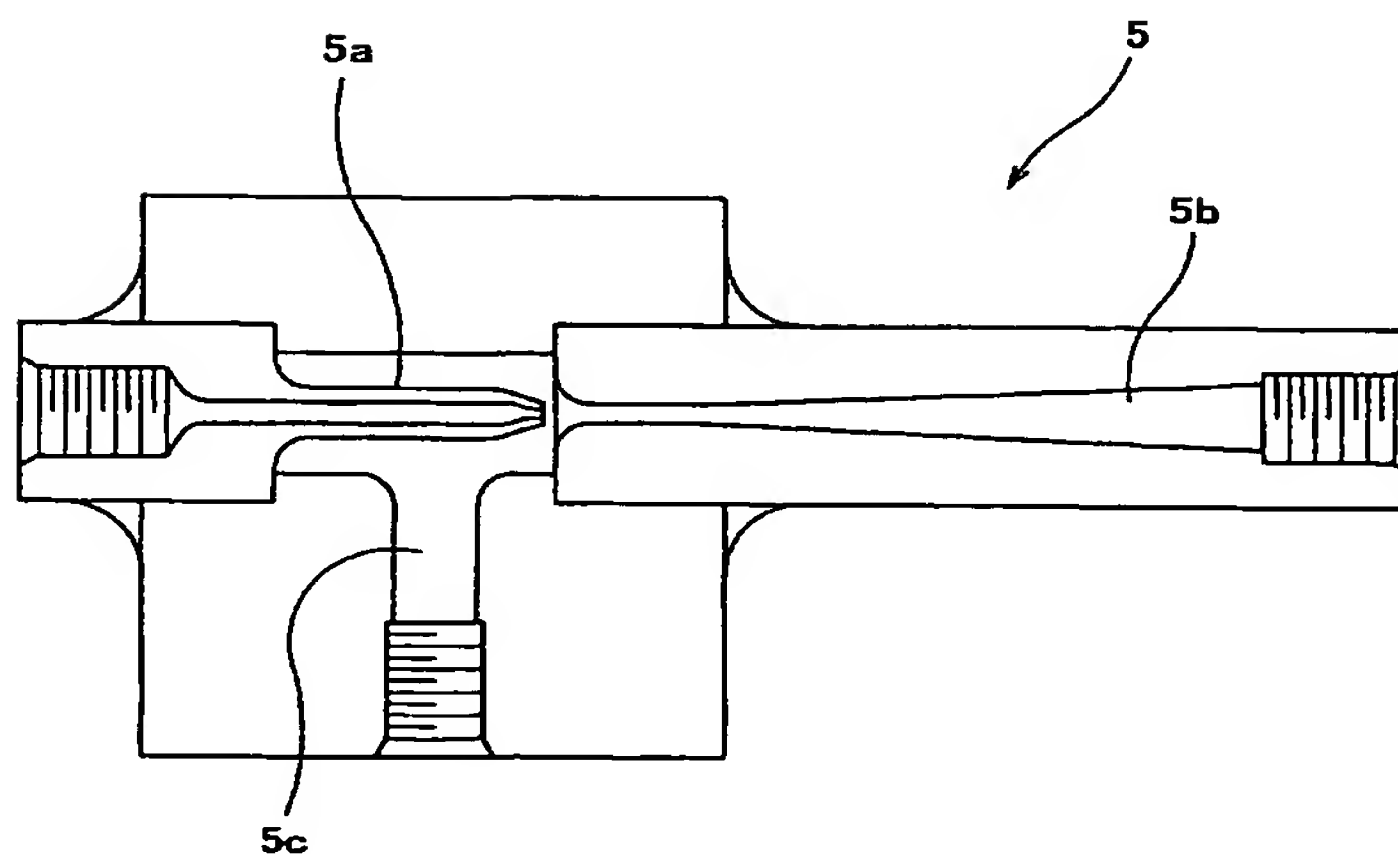


【図3】

【第2実施形態】

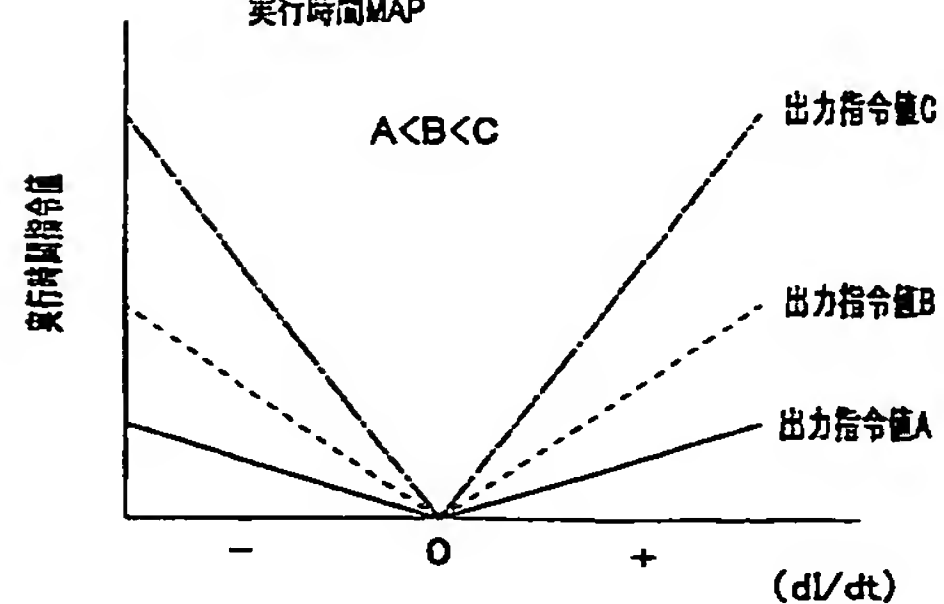


【図4】



【図13】

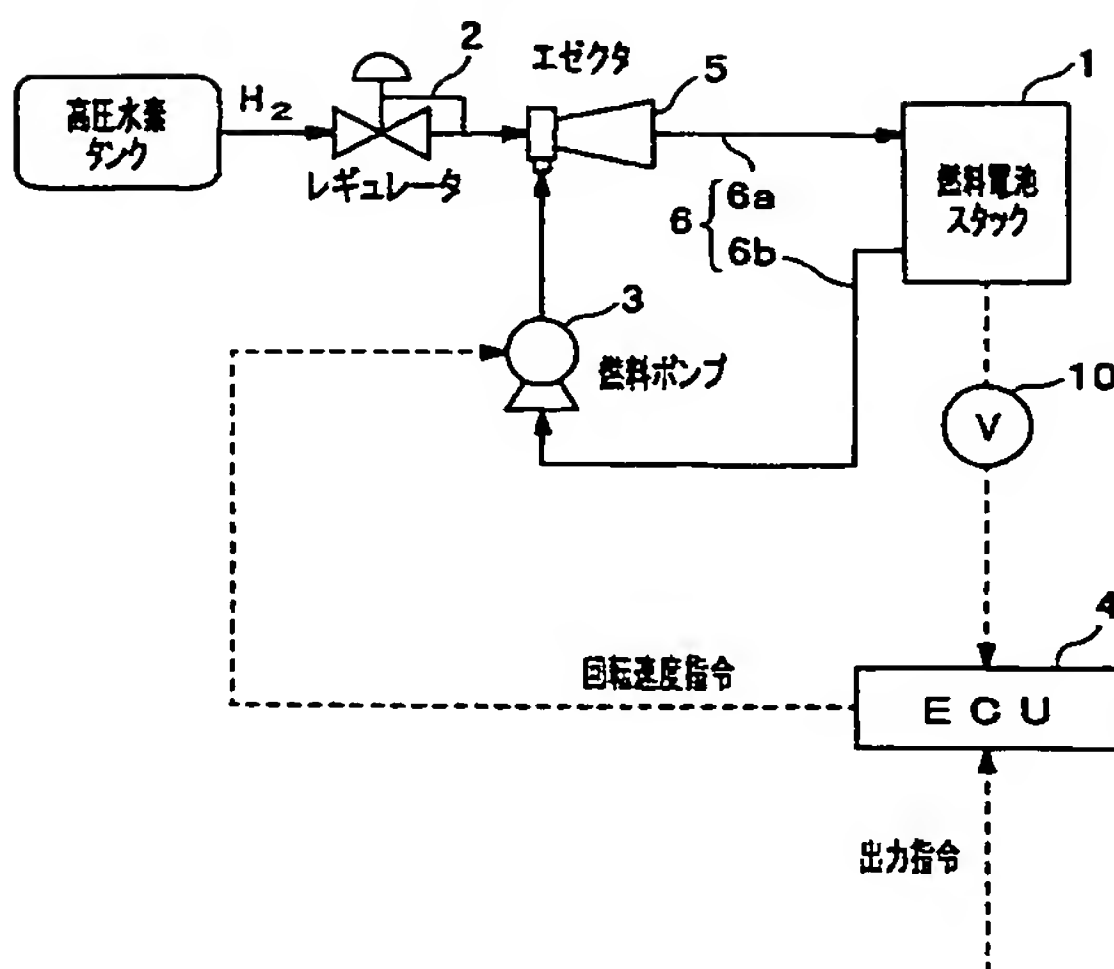
実行時間MAP





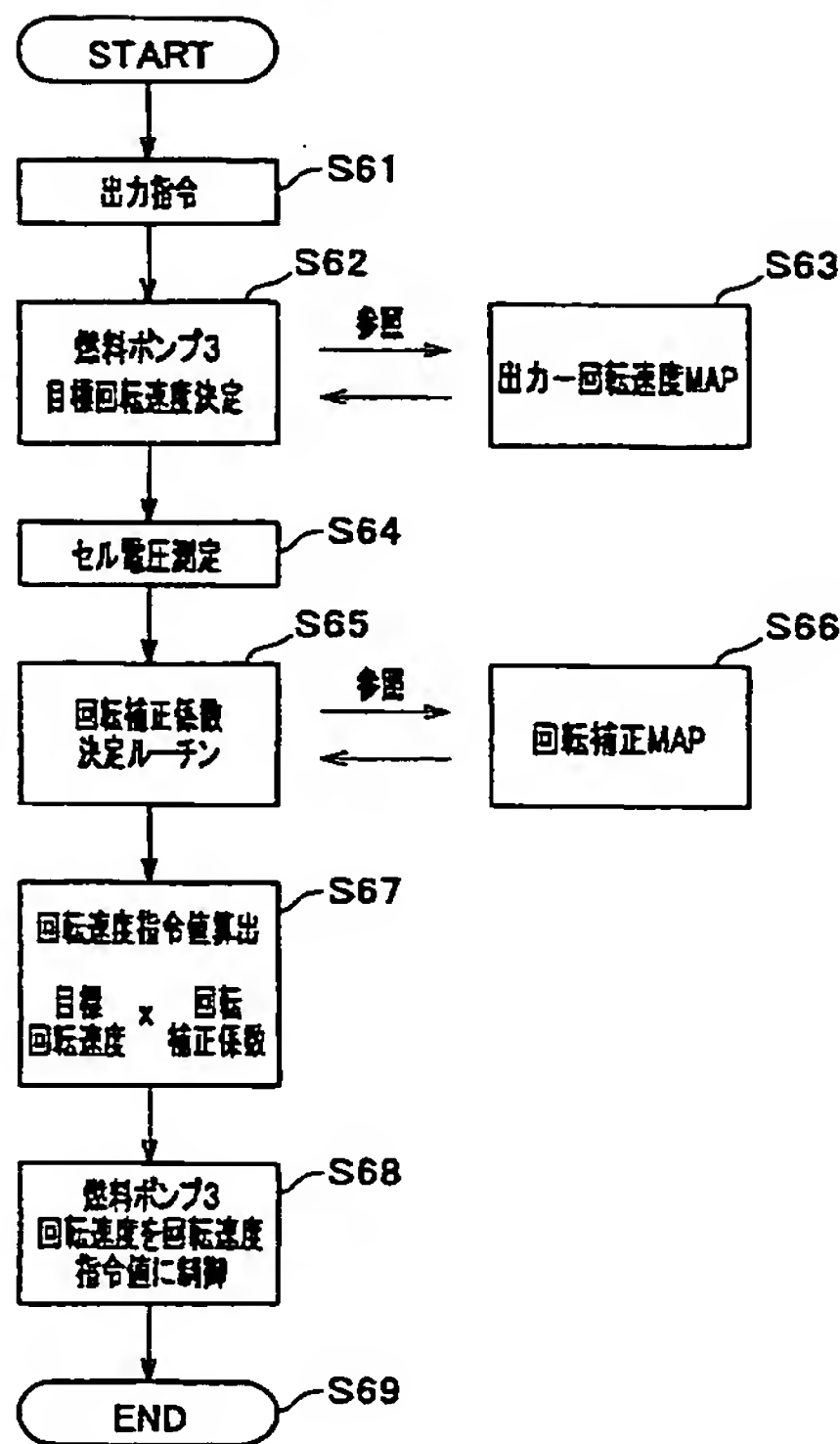
【図5】

【第3実施形態】

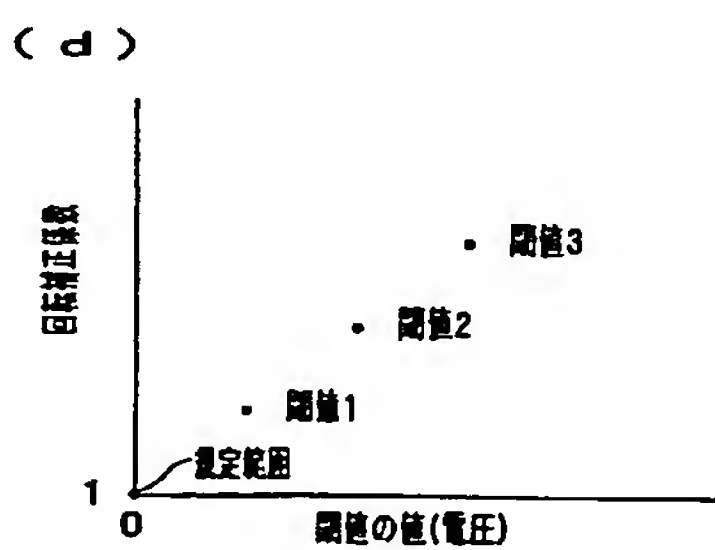
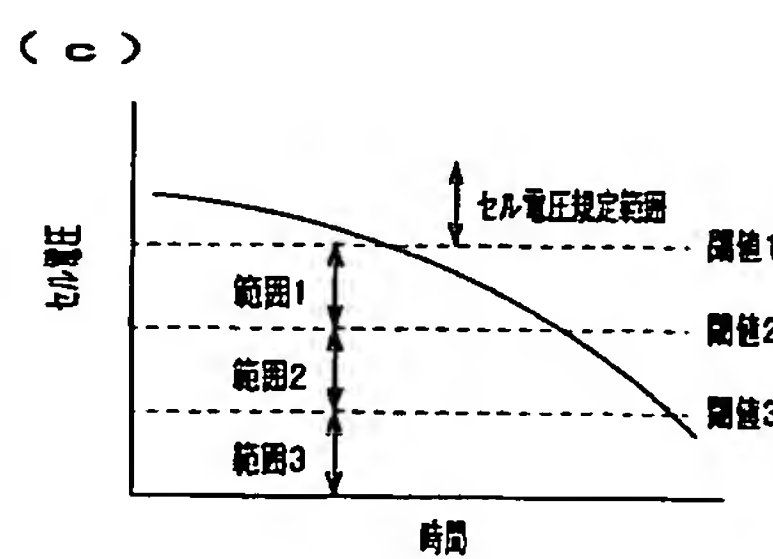
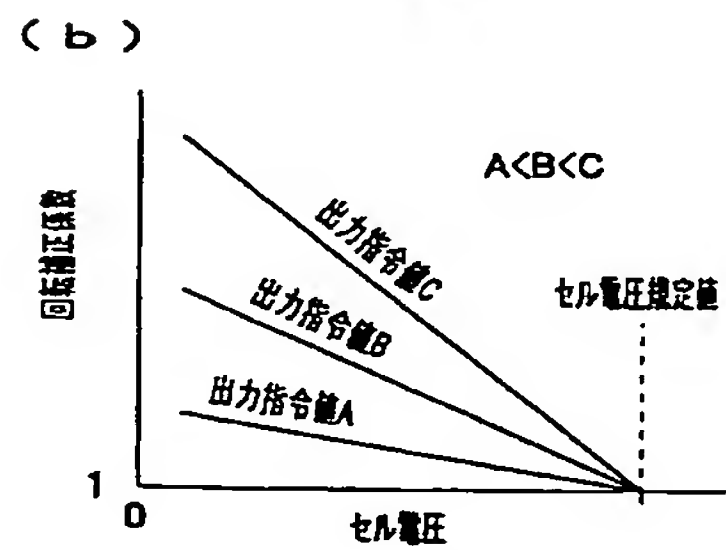
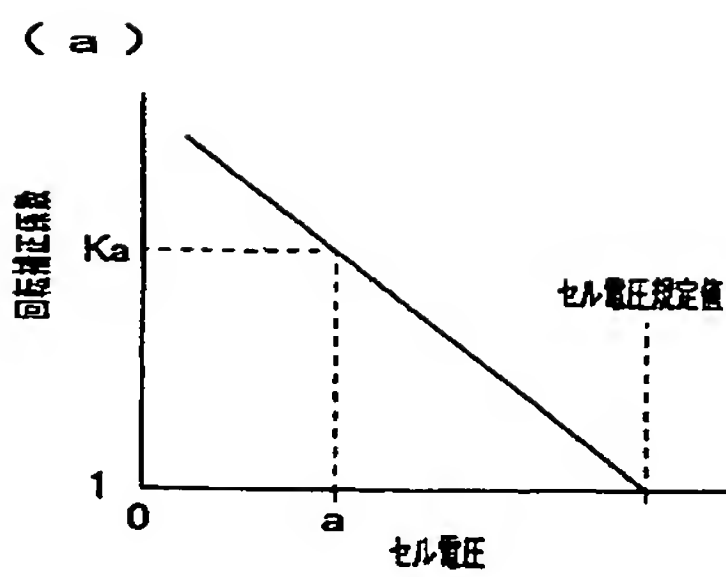


【図6】

【第3実施形態の制御フロー】

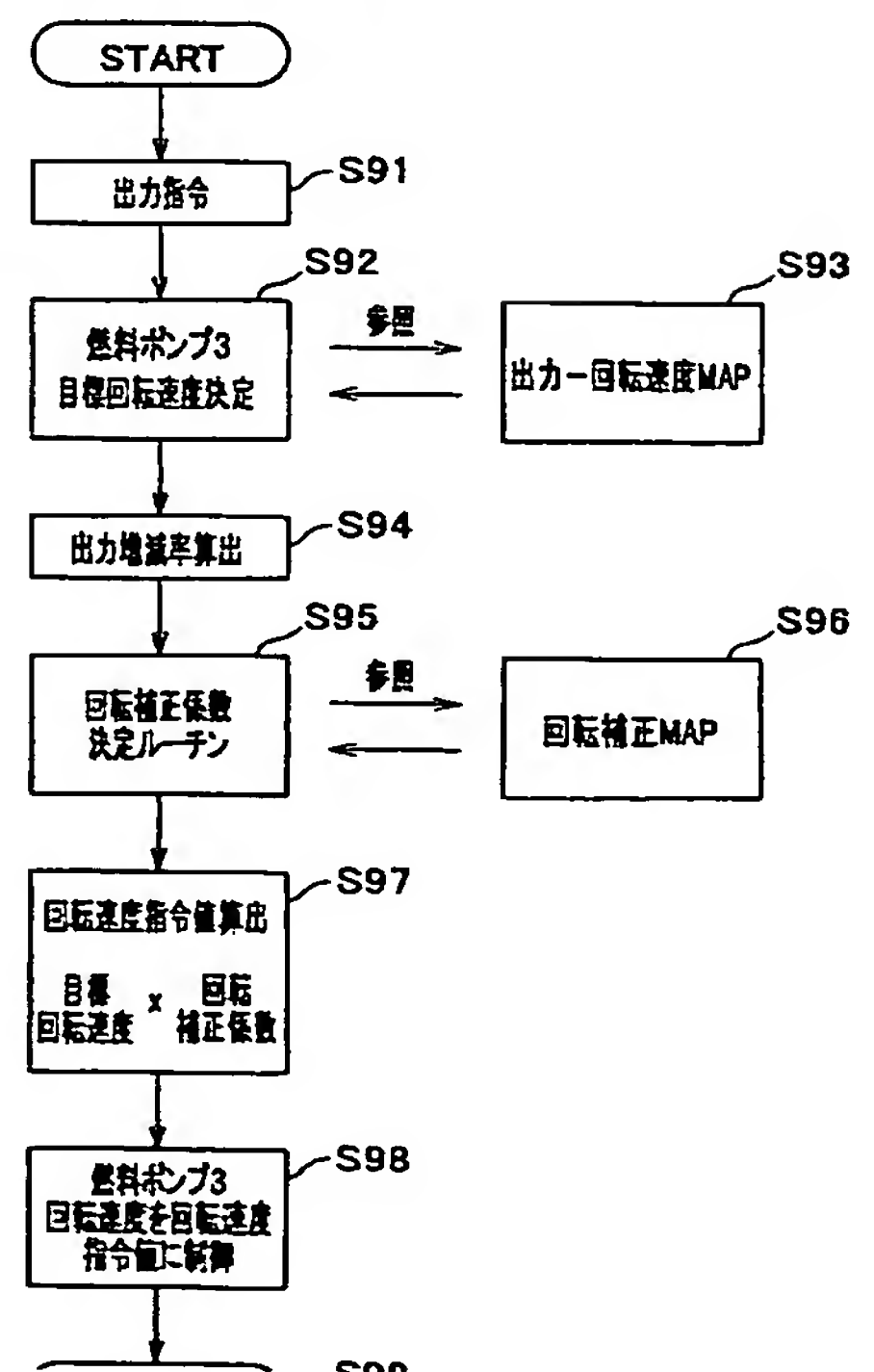


【図7】

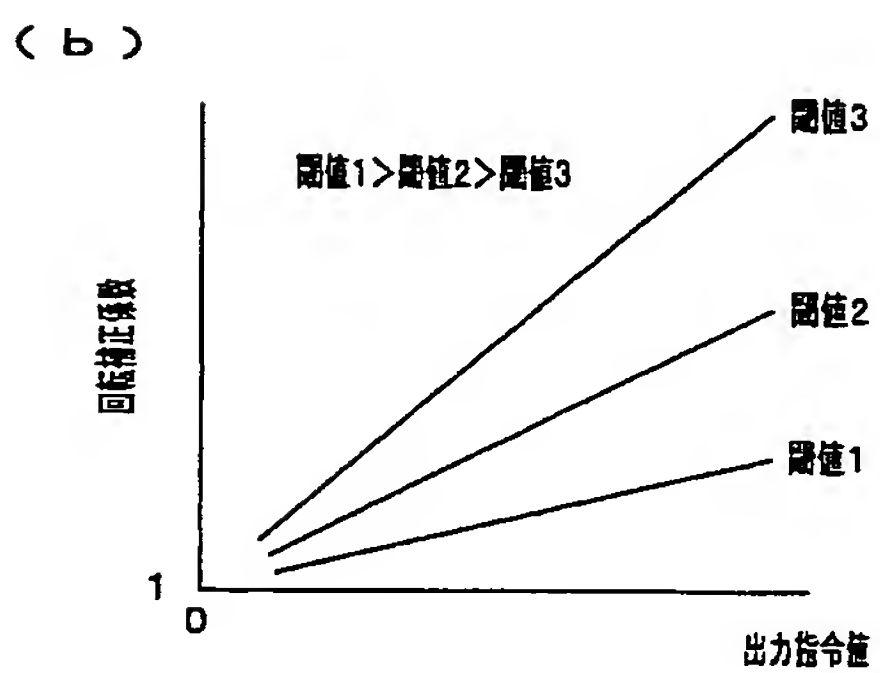
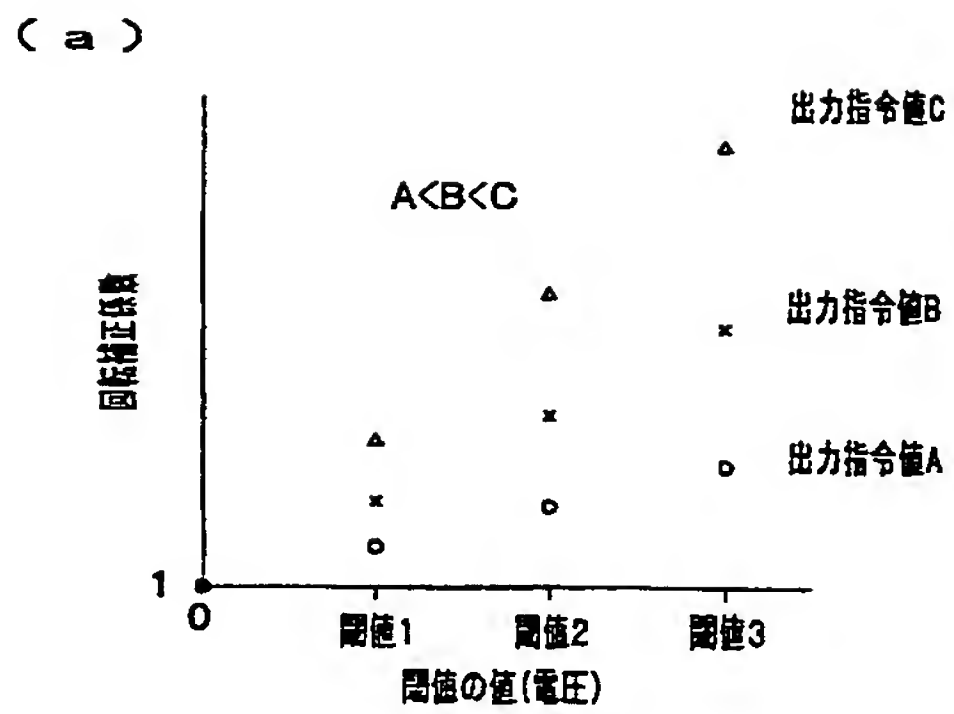


【図9】

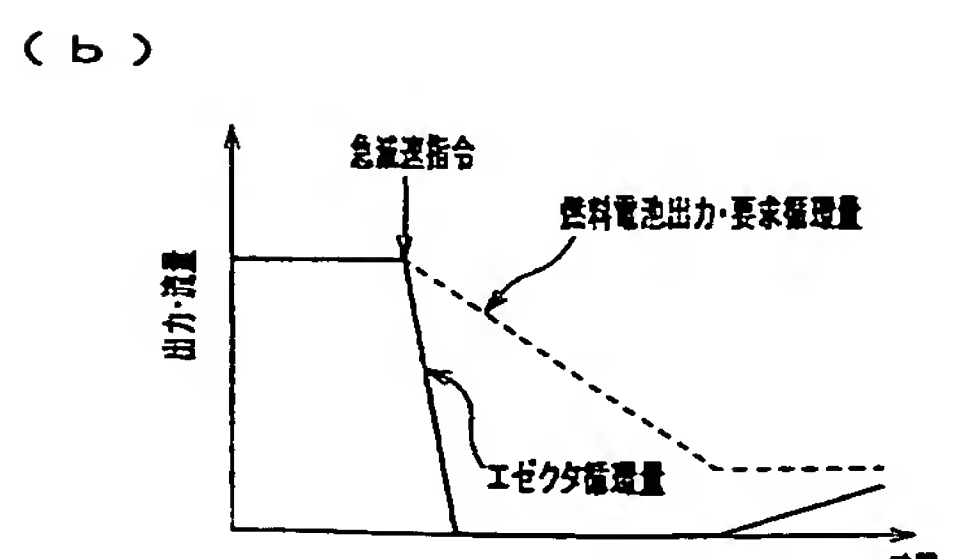
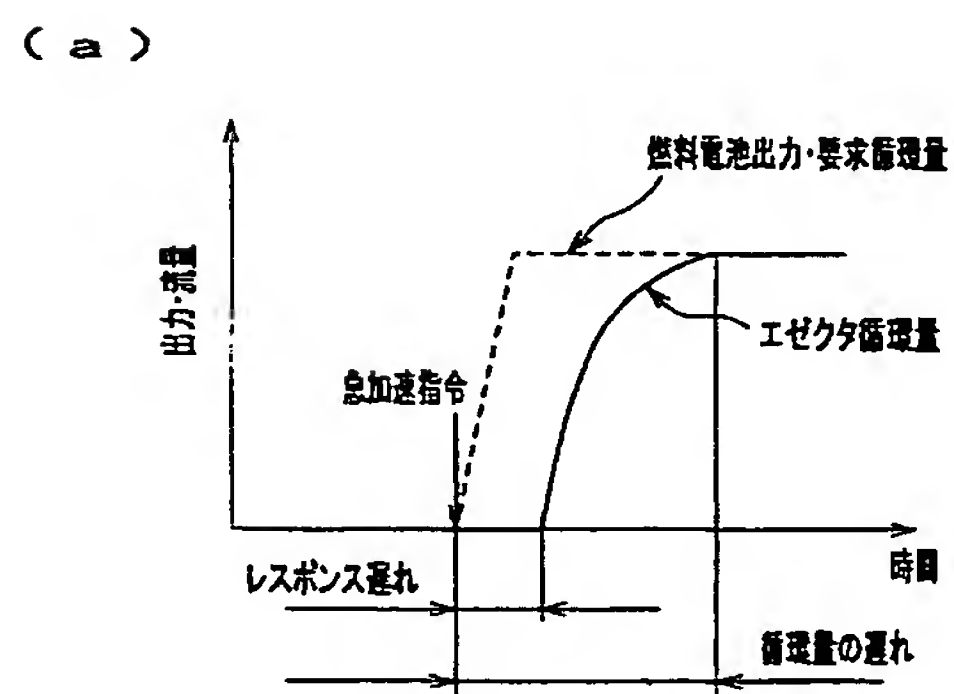
【第4実施形態の制御フロー】



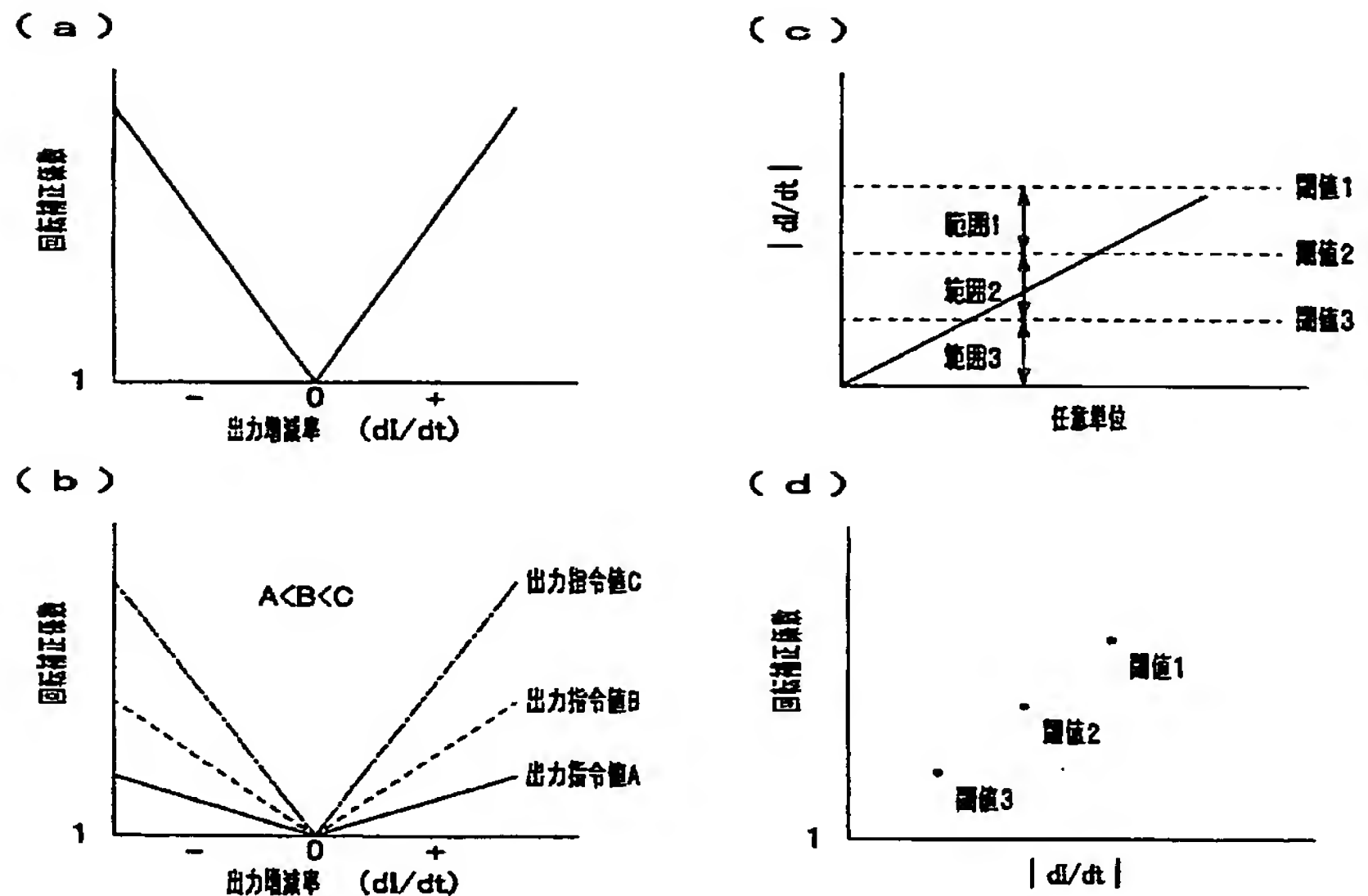
【図8】



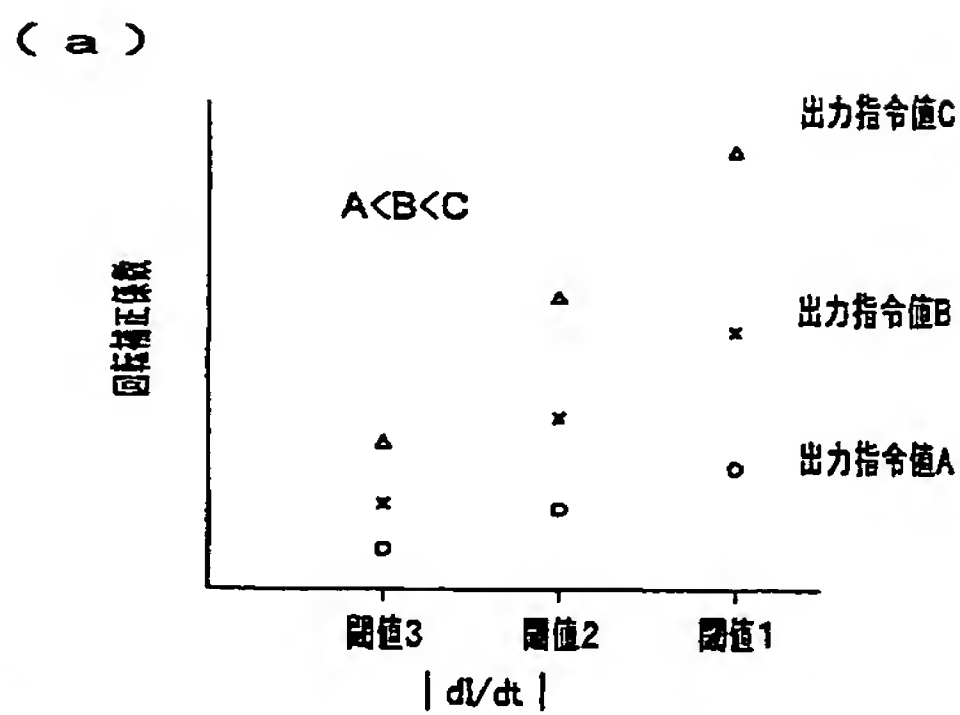
【図21】



【図10】



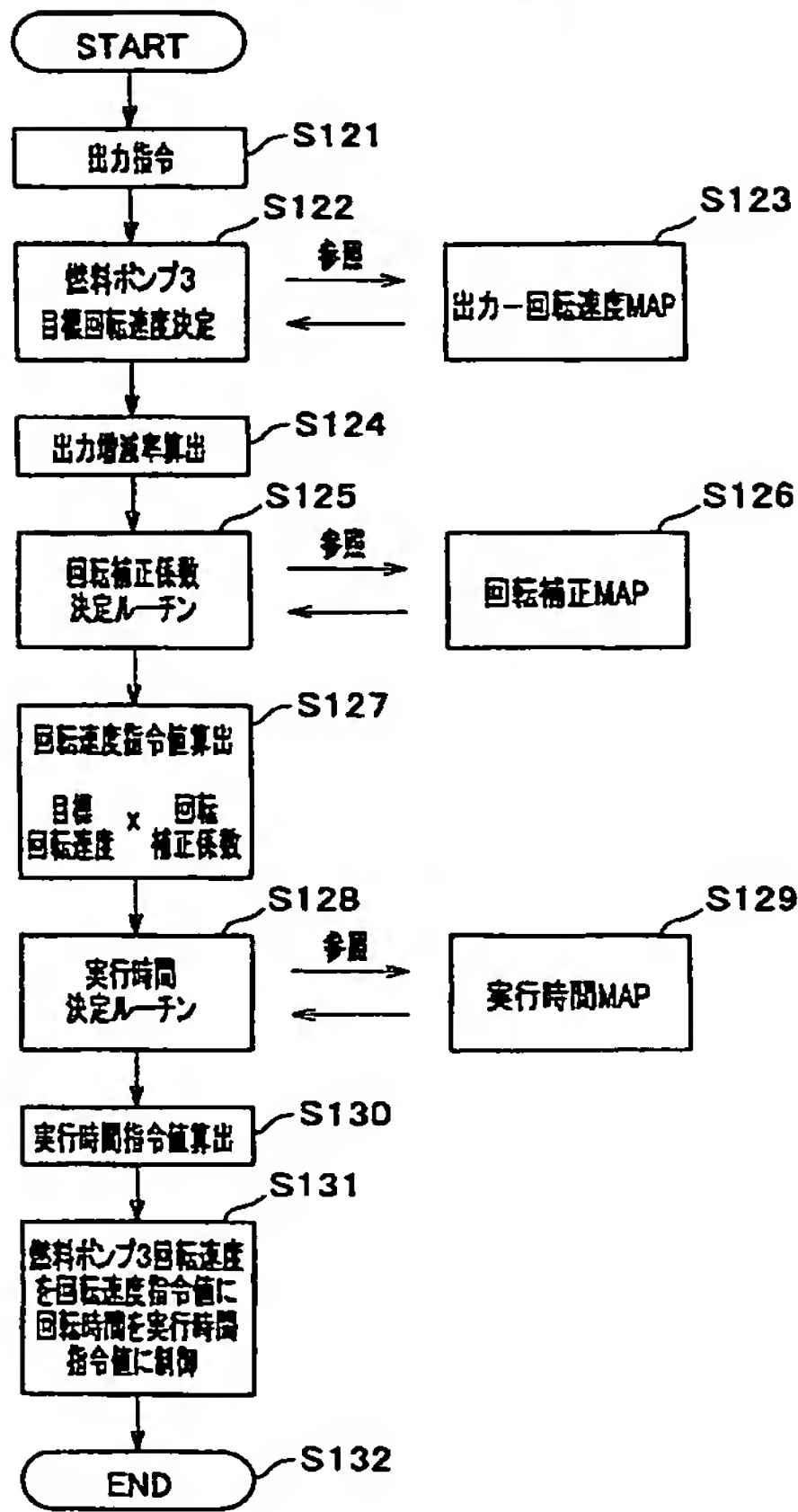
【図11】





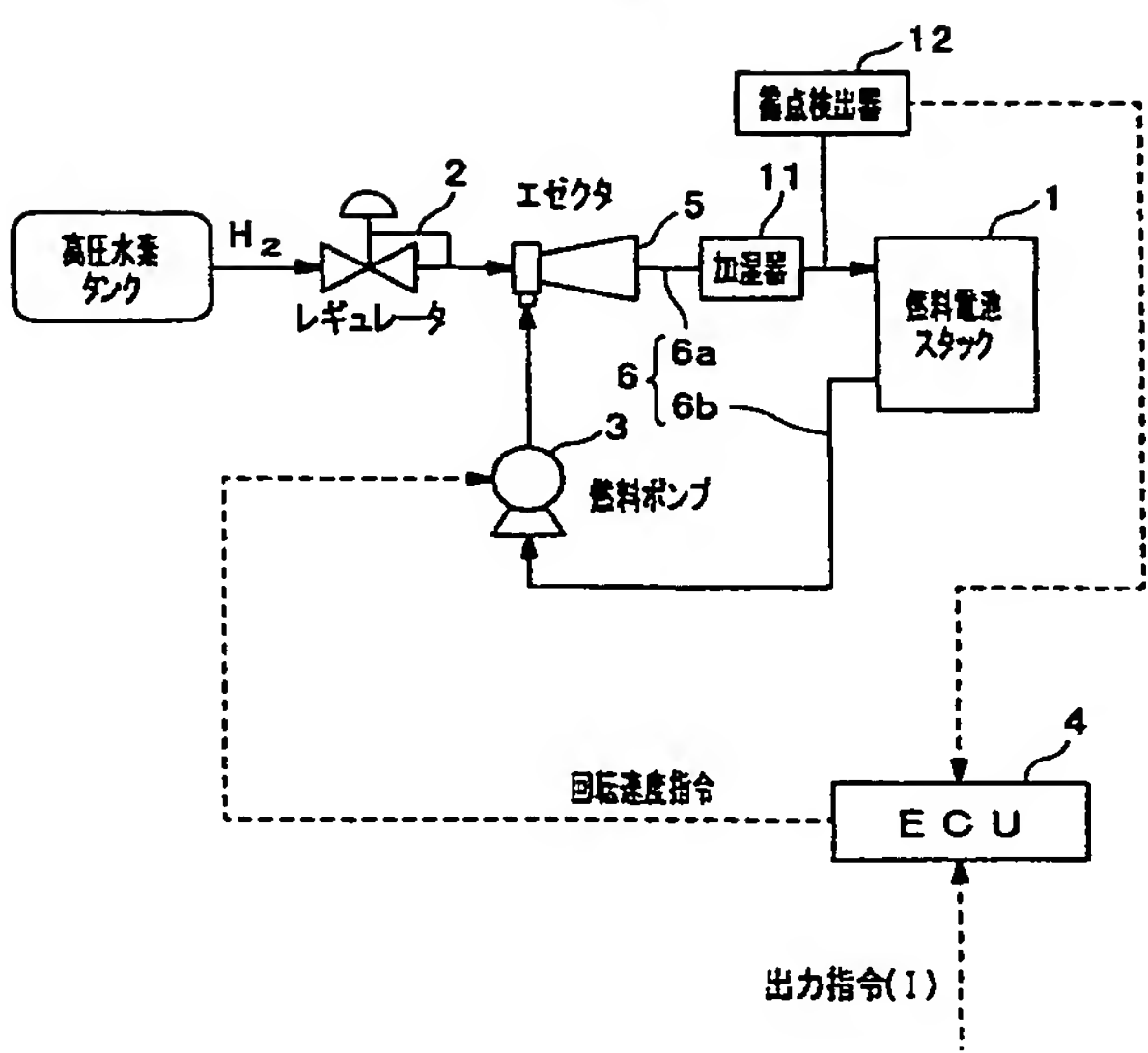
【図 12】

【第4実施形態 第6方式における制御フロー】



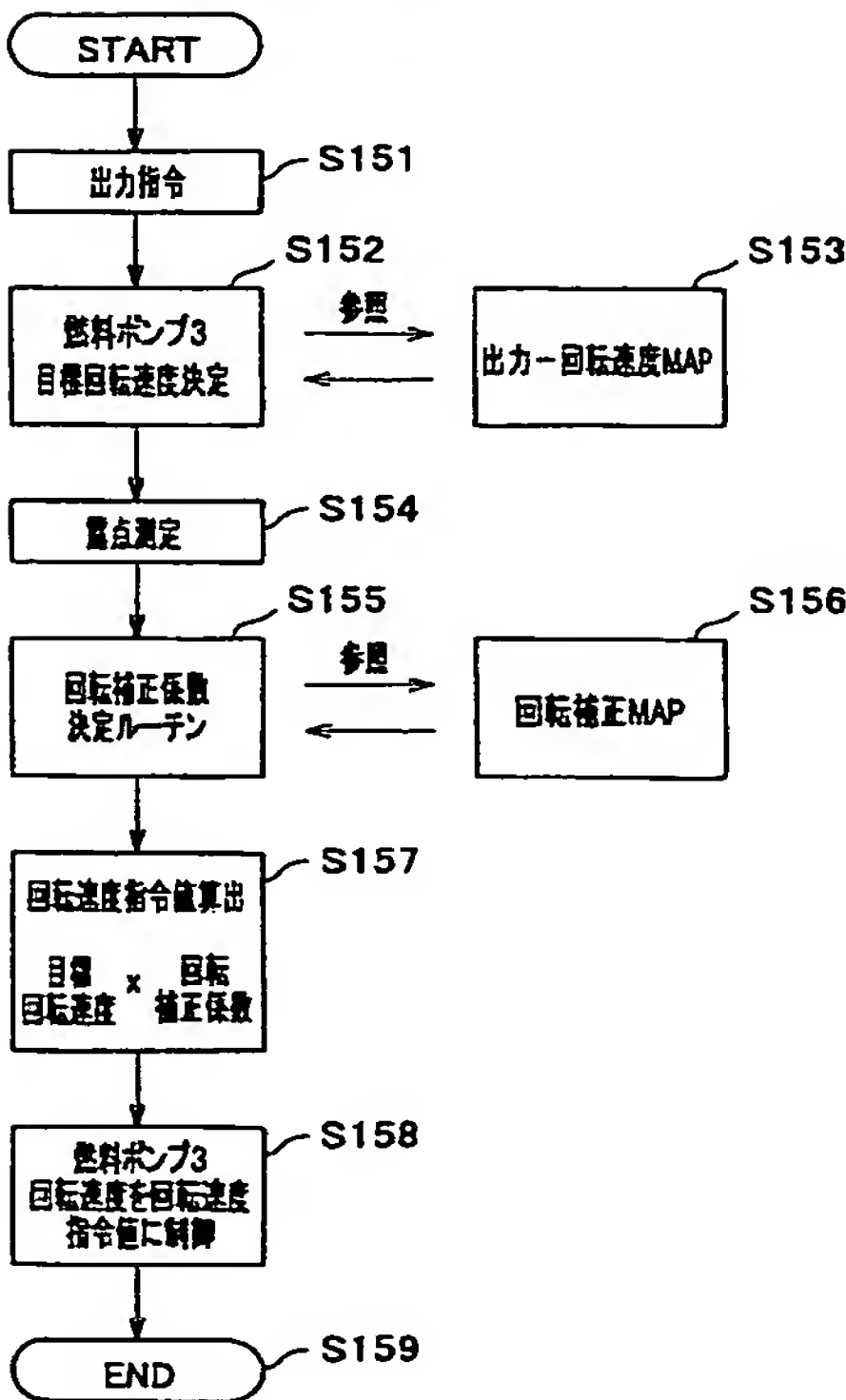
【図 14】

【第5実施形態】



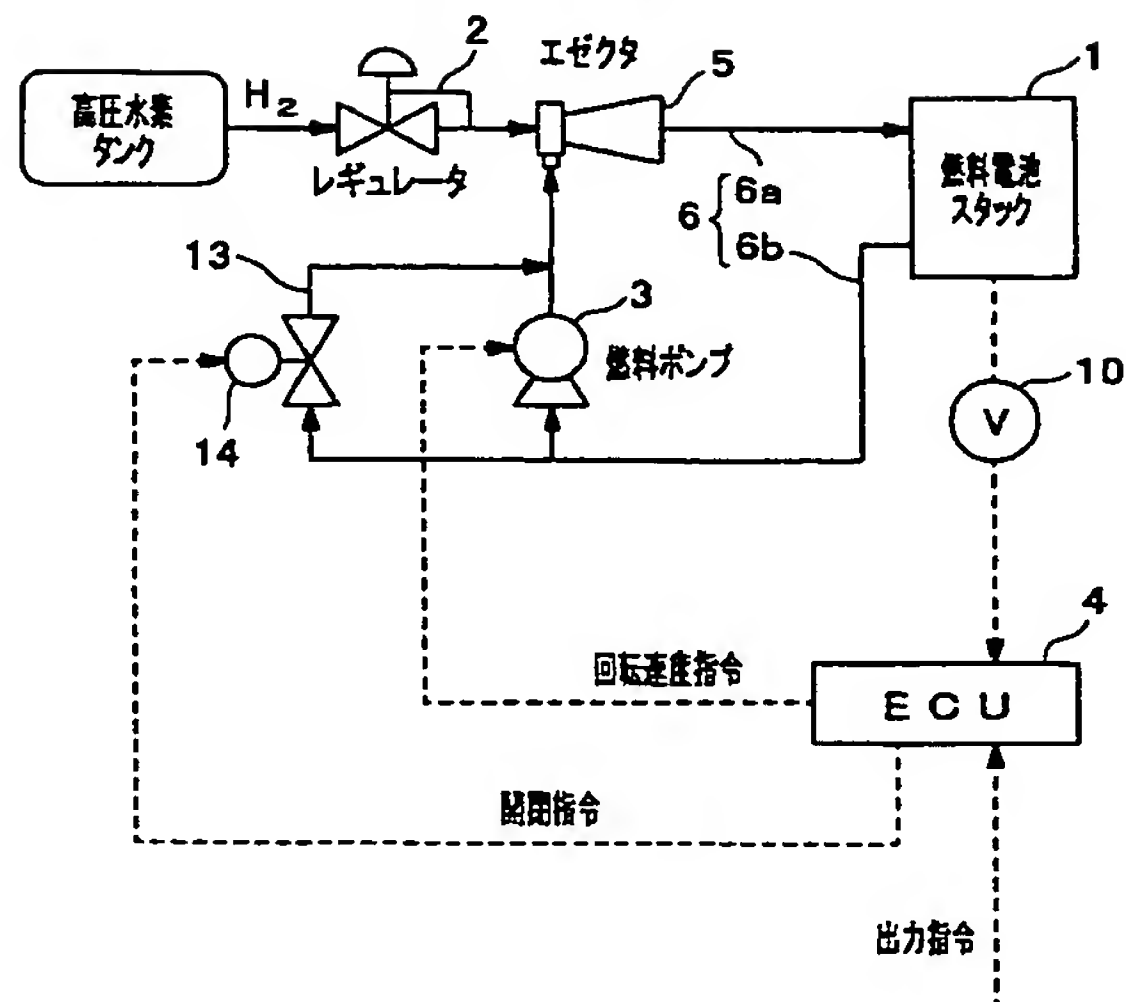
【図 15】

【第5実施形態の制御フロー】



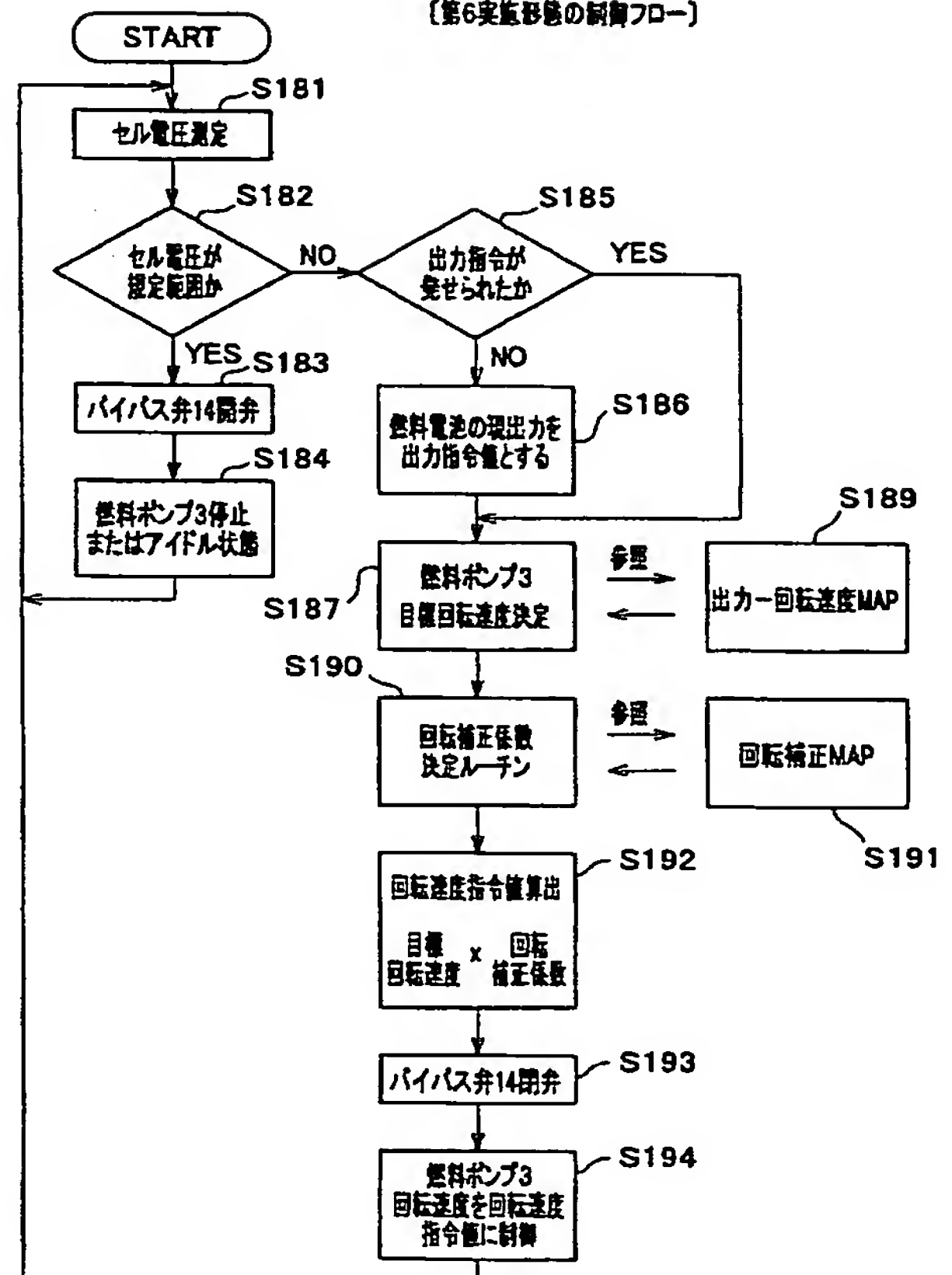
【図17】

【第6実施形態】



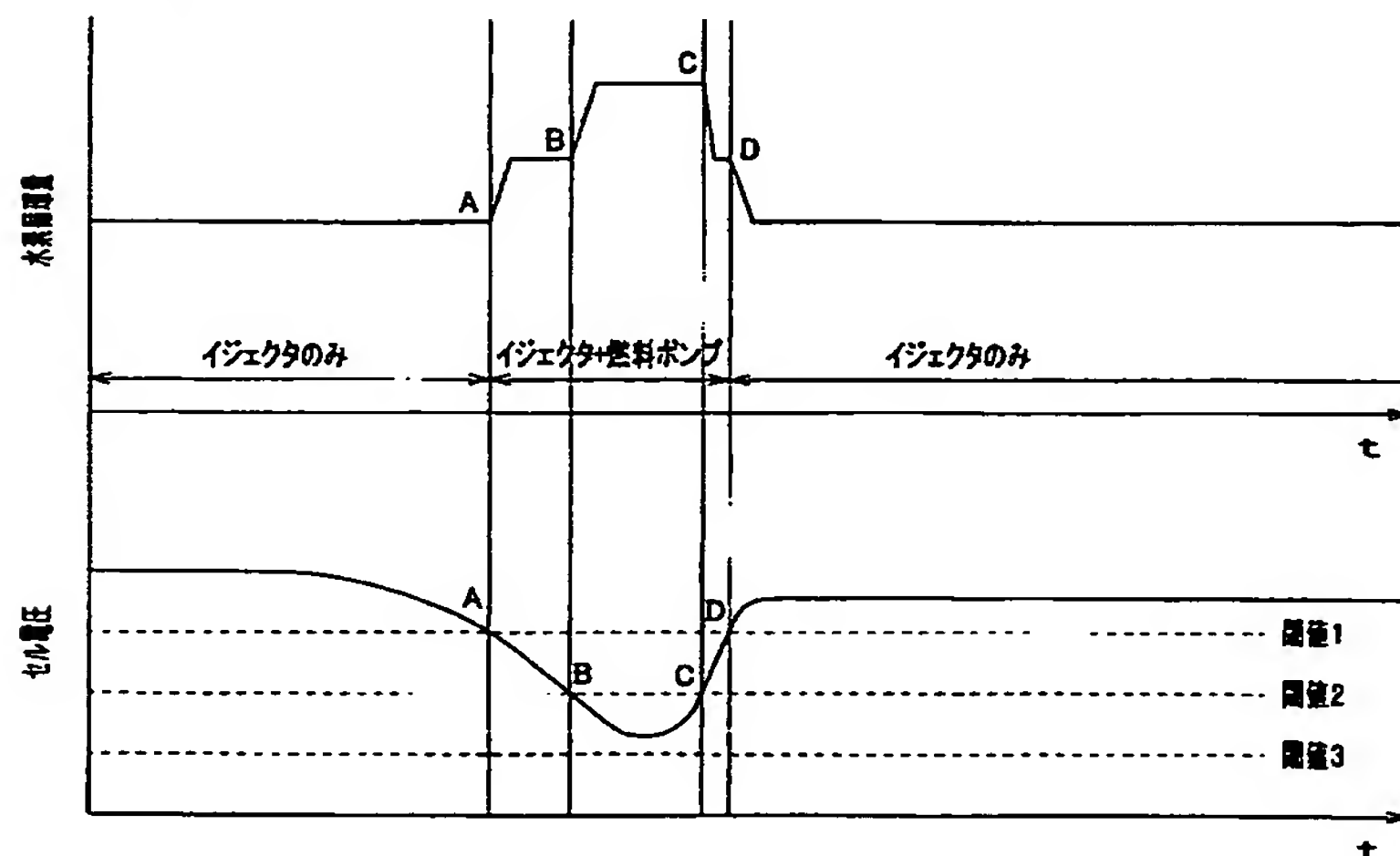
【図18】

【第6実施形態の制御フロー】



【図19】

【第6実施形態のタイムチャート】





フロントページの続き

Fターム(参考) 5H027 AA02 BA13 BA19 DD00 KK21  
KK52 KK54 MM08  
5H115 PA08 PC06 PG04 PI18 PI29  
PU01 SE06 TO21 TR19

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-157874

(43)Date of publication of application : 30.05.2003

(51)Int.Cl.

H01M 8/04  
// B60L 11/18

(21)Application number : 2001-354530 (71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

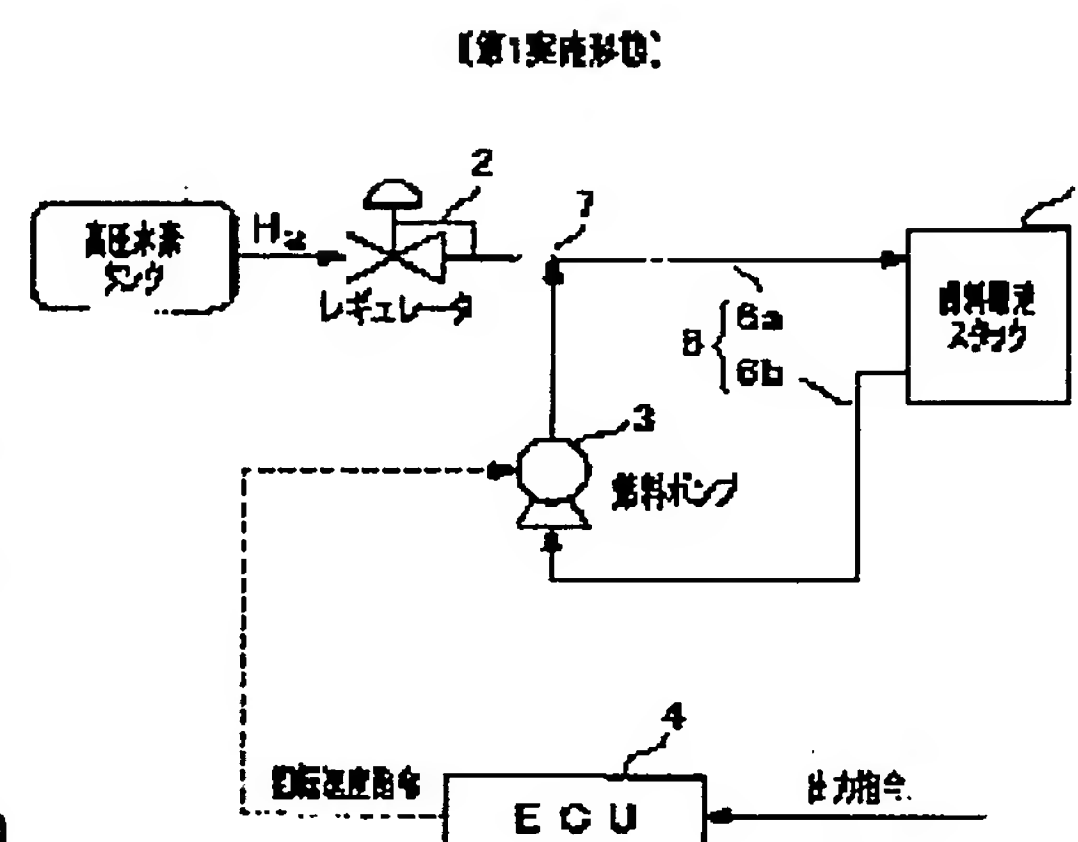
(22)Date of filing : 20.11.2001 (72)Inventor : SUGAWARA TATSUYA  
SHIMANUKI HIROSHI

## (54) FUEL CIRCULATION TYPE FUEL CELL SYSTEM

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a fuel circulation type fuel cell system which resolves temporal reduction of a circulation amount of hydrogen in a hydrogen circulation system, when a quick acceleration and deceleration instruction is given to a fuel cell.

**SOLUTION:** This fuel circulation type fuel cell system comprises a fuel cell stack 1 for generating electricity with fuel and oxidizer supplied; a fuel circulation passage 6 for resupplying to the fuel cell stack 1 again with fuel discharged from the fuel cell stack 1; a fuel pump 3 disposed in the fuel circulation passage 6 for supplying new fuel to the fuel circulation passage 6 and for circulating the fuel in the fuel circulation passage 6 with a given circulation amount; and an ECU 4 for issuing an output instruction value to the fuel cell stack 1 and for controlling the circulation amount of the fuel in the fuel circulation passage 6, depending on the output instruction value.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 24.12.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other



than the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3659582

[Date of registration] 25.03.2005

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] The fuel cell which generates electricity by supplying a fuel and an oxidizer, and the fuel circuit for supplying again the fuel discharged from said fuel cell to a fuel cell, While being arranged all over said fuel circuit, having a fuel pump, an ejector, or a fuel pump and supplying a new fuel to said fuel circuit The fuel sending-out means for circulating the fuel in said fuel circuit with a predetermined circulating load, and by emitting an output command value to said fuel cell, and controlling said fuel sending-out means according to this output command value The fuel circuit system fuel cell system equipped with the fuel cell control unit which adjusts the circulating load of the fuel in said fuel circuit.

[Claim 2] The fuel circuit system fuel cell system according to claim 1 characterized by having the function in which said fuel cell control unit supervises the quantity of state of said fuel cell.

[Claim 3] The fuel circuit system fuel cell system according to claim 1 or 2 by which said fuel cell control unit is characterized by determining the target rotational speed of said fuel pump based on the output command value over a fuel cell.

[Claim 4] The fuel circuit system fuel cell system according to claim 2 characterized by computing a spin compensation multiplier based on said quantity of state, said output command value, or said quantity of state, amending said target rotational speed by said spin compensation multiplier, and controlling said fuel pump while said fuel cell control unit determines the target rotational speed of said fuel pump based on said output command value.

[Claim 5] The fuel circuit system fuel cell system according to claim 4 characterized by said quantity of state being the dew-point of the fuel in the cel electrical potential difference or fuel cell inlet port of a fuel cell.

[Claim 6] Said fuel cell control unit is a fuel circuit system fuel cell system according to claim 1 or 2 characterized by asking for the output percent change which is time amount rate of change of said output command value, computing a spin compensation multiplier based on this output percent change, said output command value, or said output percent change, amending said target rotational speed by said spin compensation multiplier, and controlling said fuel pump while determining the target rotational speed of said fuel pump based on said output command value.

[Claim 7] Said fuel cell control unit is a fuel circuit system fuel cell system according to claim 6 characterized by computing the execution time of said fuel pump based on said output command value and an output percent change, and controlling said fuel pump.

[Claim 8] Said fuel circuit is arranged the bypass way which bypasses said fuel pump, and this bypass on the street. It has the bypass valve by which the closing motion is controlled by said fuel cell control device based on said quantity of state. When said quantity of state is convention within the limits, said bypass valve is opened. A fuel circuit system fuel cell system given in any 1 term of claims 2-7 characterized by closing said bypass valve and rotating said fuel pump with the rotational speed according to the value of said quantity of state when said quantity of state is outside the convention range.

[Claim 9] Said fuel cell control unit is a fuel circuit system fuel cell system given in any 1 term of claims 2-7 characterized by making said fuel pump into a halt or an idle state when said quantity of state is convention within the limits.

---

[Translation done.]



**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to a fuel circuit system fuel cell system. It is concerned more with a detail at the circulator style of the hydrogen in a fuel cell system.

[0002]

[Description of the Prior Art] It must supply, more than a fuel cell consumes hydrogen and air, in order to make the water of condensation within a fuel cell discharge in a fuel cell system. Since it is supplied from storage facilities, such as a mounted bomb, hydrogen will become the cause of worsening the fuel consumption of hydrogen remarkably, if the hydrogen which was not consumed is emitted into atmospheric air. Therefore, the system made to circulate through the hydrogen which was not consumed with a pump etc. is devised.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] There are two kinds of the approaches of reusing the hydrogen which was not consumed with a fuel cell greatly. The 1st kind is the approach of circulating through hydrogen using the fuel pump which incorporates a fuel by the actuation section which performs rotation, sliding, etc., and is sent out (henceforth a "fuel pump method"). However, by this approach, in order to enlarge a fuel pump and to work a fuel pump, great power was consumed, and there was a trouble of worsening the fuel consumption of a fuel cell vehicle. Moreover, by the fuel pump method, there was a trouble that the pressure of the hydrogen in a high-pressure hydrogen tank could not be used effectively.

[0004] The 2nd kind is the approaches of circulating through hydrogen using the ejector which is a kind of a jet pump (henceforth a "ejector system"). This approach does not consume power like a fuel pump method, in order to circulate using the pressure energy of a high-pressure hydrogen tank. However, in an ejector system, since circulation is not performed unless hydrogen is consumed with a fuel cell, when the output of a fuel cell is extracted, there is a problem that the circulating load of hydrogen falls. Furthermore, with an ejector, since the nozzle for inducing the rate of flow is inserted, if the output of a fuel cell increases rapidly, the response delay of an ejector will arise, and there is a trouble that a circulating load does not reach desired value.

[0005] The trouble which an ejector system has is explained in full detail using drawing 20.

Drawing 20 is the block diagram of the general hydrogen circulation system which used only the ejector. In this system, the pressure of the hydrogen supplied from the high-pressure hydrogen tank 101 is regulated by the regulator 102, it is injected from an ejector 103, and is supplied to the fuel cell stack 104. In order to discharge the water of condensation as mentioned above, superfluous hydrogen is supplied to the fuel cell stack 104, and the hydrogen which was not consumed by the fuel cell stack 104 joins an ejector 103 via the hydrogen circuit 106, and circulates through the inside of a system with the hydrogen supplied from the high-pressure hydrogen tank 101. Moreover, this system is constituted so that the hydrogen pressure concerning the fuel cell stack 104 may increase, while the output of the fuel cell stack 104 increases.

[0006] In this system, when a sudden acceleration command is made to the fuel cell stack 104, since a lot of [ rapidly ] hydrogen is consumed, by the fuel cell stack 104, the hydrogen pressure force in the fuel cell stack 104 decreases. Although it will be satisfactory if only the hydrogen corresponding to it is immediately supplied from an ejector 103, by the time the pressure drop in the inside of the

fuel cell stack 104 reaches an ejector 103 through the hydrogen circulation way 107, there will be time lag, and delay arises in time amount until an ejector 103 reacts to the pressure drop of the fuel cell stack 104. Furthermore, it will take predetermined time amount to serve as the hydrogen amount of supply which a fuel cell requires, since hydrogen passes the thin and extracted nozzle and is supplied.

[0007] This situation was shown in drawing 21 (a). This drawing shows the actual hydrogen amount of supply (continuous line) which led the ejector 103 to the hydrogen amount of supply (broken line) which the fuel cell stack 104 requires, when a sudden acceleration instruction is made to the fuel cell stack 104. According to this drawing, after a sudden acceleration command is emitted, the hydrogen amount of supply which the fuel cell stack 104 requires increases rapidly, but the amount of hydrogen actually supplied from an ejector 103 does not catch up with it, but a hydrogen deficiency state (hesitation) generates it. Hesitation gives damages, such as breakage of the electrolysis film, to a fuel cell, and when the worst, a fuel cell results in destruction.

[0008] Moreover, when a sudden moderation command is emitted to the fuel cell stack 104, control which decreases the hydrogen pressure concerning the fuel cell stack 104 to a predetermined value must be made. Although hydrogen is made to consume supply of the hydrogen from the high-pressure hydrogen tank 101 to the fuel cell stack 104 by the stop and the fuel cell stack 104 for that purpose, if supply of hydrogen is stopped, since hydrogen will not be introduced into an ejector 103, the trouble of it becoming impossible to circulate hydrogen occurs. If hydrogen does not circulate smoothly, when the water of condensation is accumulated into the fuel cell stack 104, a cell electrical potential difference falls, and in being the worst, it will lead to breakage of the fuel cell stack 104.

[0009] This situation was shown in drawing 21 (b). This drawing shows the actual hydrogen amount of supply (continuous line) which led the ejector 103 to the hydrogen amount of supply (broken line) which the fuel cell stack 104 requires, when a sudden moderation command is made to a fuel cell stack. When a sudden moderation command is made, the fuel cell stack 104 needs the hydrogen circulation shown with the broken line, but since an ejector 103 stops in fact, the circulation force of hydrogen will be lost, and it will be in the condition that hydrogen piles up in a system. In this condition, it is impossible to remove the water of condensation generated in the fuel cell stack 104, and the water of condensation is accumulated in the fuel cell stack 104. Furthermore, since the condition of a fuel cell system is always changing, if control corresponding to a situation is not performed, it has the problem that the hydrogen circulatory system does not serve as the operation optimal for a system.

[0010] This invention makes it a technical problem to offer the fuel circuit system fuel cell system which can cancel the situation where the hydrogen which circulates through the inside of the hydrogen circulatory system is temporarily less than the amount required of a system, when sudden acceleration or a sudden moderation command is made to a fuel cell.

[0011]

[Means for Solving the Problem] This invention was constituted as follows, in order to solve the above mentioned technical problem. The fuel cell which generates electricity by supplying a fuel and an oxidizer to invention according to claim 1, While being arranged all over the fuel circuit for supplying again the fuel discharged from said fuel cell to a fuel cell, and said fuel circuit, having a fuel pump, an ejector, or a fuel pump and supplying a new fuel to said fuel circuit The fuel sending-out means for circulating the fuel in said fuel circuit with a predetermined circulating load, and by emitting an output command value to said fuel cell, and controlling said fuel sending-out means according to this output command value It is the fuel circuit system fuel cell system equipped with the fuel cell control unit which adjusts the circulating load of the fuel in said fuel circuit.

[0012] When a sudden acceleration-and-deceleration command was made to a fuel cell in the fuel cell system which has the fuel circulatory system only using the conventional ejector, there was a trouble that the circulating load of a fuel will become smaller than the level which a fuel cell requires. However, even if it is the case where a sudden acceleration-and-deceleration command is made to a fuel cell according to invention according to claim 1, a fuel cell control unit evaluates the circulating load of the fuel which a fuel cell needs using an output command value, and in order to perform control to which the quantity of the circulating load of a fuel is increased through a fuel sending-out means, it becomes possible to circulate only the fuel which a fuel cell requires of a fuel

circuit.

[0013] Moreover, while newly supplying the fuel which is prepared all over a fuel circuit, and uses independently the fuel pump which produces the circulation force of a fuel by supplying power as a fuel sending-out means, or is stored in the high-pressure fuel tank etc. to the fuel circuit, we decided to use combining the ejector which produces the circulation force of a fuel using the high pressure of a high-pressure fuel tank.

[0014] It becomes possible to circulate only the fuel which a fuel cell requires of a fuel circuit because a fuel cell control unit controls by this configuration to increase the rotational speed of a fuel pump even if it is at the sudden acceleration-and-deceleration time of a fuel cell. Moreover, even if it is in the situation that an ejector does not perform fuel injection, therefore circulation of the fuel by the ejector is not performed as it sees at the time of sudden moderation of a fuel cell when it uses combining a fuel pump and an ejector as a fuel sending-out means, it becomes possible to circulate only the fuel which a fuel cell requires of a fuel circuit by gathering the rotational speed of a fuel pump of a fuel cell control unit.

[0015] Invention according to claim 2 is a fuel circuit system fuel cell system according to claim 1 characterized by having the function in which said fuel cell control unit supervises the quantity of state of said fuel cell. According to invention according to claim 2, since a fuel cell control unit supervises the quantity of state of fuel cells, such as a dew-point of the fuel in for example, a cell electrical potential difference and a fuel cell inlet port, it makes these quantity of states reflect in control of the circulating load of a fuel, and becomes possible [ performing finer control ].

[0016] Invention according to claim 3 is a fuel circuit system fuel cell system according to claim 1 or 2 by which said fuel cell control unit is characterized by determining the target rotational speed of said fuel pump based on the output command value over a fuel cell.

[0017] According to invention according to claim 3, the fuel cell control unit is controlled so that the rotational speed of a fuel pump turns into target rotational speed based on not an output but the command value of a fuel cell. Output change of a fuel cell is for it being behind and answering to an output command, and not using output change of a fuel cell for control is controlling the circulating load of a fuel based on an output command value, in order not to put this response delay on control.

[0018] If the control MAP which shows the relation between an output command value and target rotational speed (fuel circulating load) beforehand to a fuel cell control unit may be memorized and this control MAP is used The fuel circulating load which a fuel cell requires is evaluated in an instant, and the target rotational speed of a fuel pump is determined, and since a fuel cell control unit is enabled to control the rotational speed of a fuel pump, it becomes possible to circulate only the fuel which a fuel cell requires of a fuel circuit at the time of sudden acceleration and deceleration.

[0019] It is the fuel circuit system fuel cell system according to claim 2 by which invention according to claim 4 is characterized by computing a spin compensation multiplier based on said quantity of state, said output command value, or said quantity of state, amending said target rotational speed by said spin compensation multiplier, and controlling said fuel pump while said fuel cell control unit determines the target rotational speed of said fuel pump based on said output command value.

[0020] In invention according to claim 3, the target rotational speed of a fuel pump was determined based on the output command value. Although the point that invention according to claim 4 determines the target rotational speed of a fuel pump with an output command value is the same as that of invention according to claim 3, the point which controls a fuel pump to compute a spin compensation multiplier further by taking into consideration the conditions (a cell electrical potential difference, dew-point, etc.) of a fuel cell, to amend said target rotational speed by the spin compensation multiplier, and to become a rotational-speed command value about the rotational speed of a fuel pump is the description.

[0021] For example, when the cell electrical potential difference be decrease rather than the convention range under the effect of the generation water in a cell, the water of condensation, etc., while enlarge a spin compensation multiplier, carry out premium rotation of the fuel pump, remove the water of condensation in a cell etc. by increase the circulating load of a fuel and return a cell electrical potential difference to the convention range, it become possible to make it converge on the fuel circulating load ( target rotational speed) finally demand with an output command value.



[0022] Moreover, if a spin compensation multiplier is computed by taking into consideration the quantity of state of a fuel cell, and both of an output command value, it becomes controllable [ a finer fuel circulating load ], and even if it is at the sudden acceleration-and-deceleration time of a fuel cell, it will become possible to circulate only the fuel which a fuel cell requires of a fuel circuit.

[0023] Invention according to claim 5 is a fuel circuit system fuel cell system according to claim 4 characterized by said quantity of state being the dew-point of the fuel in the cel electrical potential difference or fuel cell inlet port of a fuel cell. According to invention according to claim 5, it becomes possible to adjust the amount of the fuel through which a fuel circuit is made to circulate, grasping the condition of a fuel cell by the dew-point of the fuel in a cel electrical potential difference or a fuel cell inlet port.

[0024] Invention according to claim 6 said fuel cell control unit While determining the target rotational speed of said fuel pump based on said output command value Ask for the output percent change which is time amount rate of change of said output command value, and a spin compensation multiplier is computed based on this output percent change, said output command value, or said output percent change. It is the fuel circuit system fuel cell system according to claim 1 or 2 characterized by amending said target rotational speed by said spin compensation multiplier, and controlling said fuel pump.

[0025] Although the point that invention according to claim 6 determines the target rotational speed of a fuel pump with an output command value is the same as that of invention according to claim 3, the point which computes a spin compensation multiplier by the size of the output time amount rate of change of a fuel cell is the description further. Since it is the semantics "the output of a fuel cell is sharply changed to the inside of a short time" as the output time amount rate of change of a fuel cell is large, a spin compensation multiplier is set up greatly in this case. On the contrary, when the output time amount rate of change of a fuel cell is small, a spin compensation multiplier is set up small.

[0026] Moreover, if a spin compensation multiplier is computed by taking into consideration both output time amount rate of change of a fuel cell, and output command value, it will become controllable [ a finer fuel circulating load ]. Thus, it becomes possible by computing a spin compensation multiplier, computing a rotational-speed command value by amending said target rotational speed by the spin compensation multiplier, and controlling a fuel pump to become a rotational-speed command value about the rotational speed of a fuel pump to circulate only the fuel which a fuel cell requires all over a fuel circuit at the time of the sudden acceleration and deceleration of a fuel cell.

[0027] Invention according to claim 7 is a fuel circuit system fuel cell system according to claim 6 characterized by for said fuel cell control unit computing the execution time of said fuel pump based on said output command value and an output percent change, and controlling said fuel pump. According to invention according to claim 7, based on an output percent change, a fuel cell control unit determines the execution time when a fuel pump performs premium rotation, and controls a fuel pump. It becomes possible by setting up the execution time greatly, and setting up the execution time small by performing such control, when change of an output percent change is small when an output percent change changes a lot to circulate only the fuel which a fuel cell requires all over a fuel circuit at the time of the sudden acceleration and deceleration of a fuel cell. Here, "premium rotation" means the case where the spin compensation multiplier computed in invention indicated by claim 6 is larger than 1, and the rotational-speed command value over a fuel pump is larger than target rotational speed.

[0028] Invention according to claim 8 said fuel circuit It is arranged the bypass way which bypasses said fuel pump, and this bypass on the street. It has the bypass valve by which the closing motion is controlled by said fuel cell control device based on said quantity of state. When said quantity of state is convention within the limits, said bypass valve is opened. When said quantity of state is outside the convention range, it is a fuel circuit system fuel cell system given in any 1 term of claims 2-7 characterized by closing said bypass valve and rotating said fuel pump with the rotational speed according to the value of said quantity of state.

[0029] According to invention according to claim 8, the bypass way which bypasses a fuel pump was prepared and the bypass valve by which a fuel cell control device controls closing motion was

prepared all over this bypass way. This configuration enables it to operate a fuel pump, only when required. That is, when a fuel cell is in a steady operation condition, a fuel pump is stopped, a fuel circulates a bypass way, and a fuel is circulated only with an ejector. Moreover, when a sudden acceleration-and-deceleration command is emitted by the fuel cell, and only when the quantity of state of a fuel cell separates from the convention range, close a bypass valve, a fuel pump is made to operate, and the circulating load of a fuel is increased temporarily.

[0030] By rotating a fuel pump with the rotational speed according to the value of the quantity of state, the circulating load of the fuel in a fuel circuit is increased, and doing in this way enables it to return to condition of fuel cell convention-within the limits, not only the time of the sudden acceleration and deceleration of a fuel cell but when the quantity of state of a fuel cell separates from the convention range. moreover -- according to this configuration -- the quantity of state of a fuel cell -- a convention -- since a fuel pump is rotated only at the time of the sudden acceleration and deceleration of a fuel cell when it becomes out of range and, it becomes possible to save the power which works a fuel pump.

[0031] It is a fuel circuit system fuel cell system given in any 1 term of claims 2-7 to which, as for invention according to claim 9, said quantity of state is characterized by making said fuel pump into a halt or an idle state in being convention within the limits, as for said fuel cell control unit. Since the power consumed with a fuel pump by making a fuel pump into a halt or an idle state can be stopped as a fuel sending-out means in the hybrid system which is using the ejector and the fuel pump together according to invention according to claim 9 when the quantity of states (a cell electrical potential difference, dew-point, etc.) of a fuel cell are convention within the limits, system-wide energy efficiency can be raised.

[0032]

[Embodiment of the Invention] Although the gestalt of operation of this invention is hereafter explained using a drawing, various modification which is not limited only to the gestalt of this operation and embodies the technical thought of this invention is possible for this invention.

[0033] The [1st operation gestalt] Drawing 1 shows the fuel circuit system fuel cell system of the 1st operation gestalt of this invention. The gestalt of this operation has adopted the circulation system of a fuel pump method, and corresponds to invention indicated by claim 1. Moreover, this operation gestalt shows the most fundamental configuration of this invention.

[0034] The fuel cell stack 1 is supplied after the pressure of the hydrogen of a fuel is regulated by the regulator 2 from a high-pressure hydrogen tank etc. It is mixed with the hydrogen discharged from the fuel cell stack 1 in the bond part 7, and the hydrogen supplied from a regulator 2 is supplied to the anode side of the fuel cell stack 1 through fuel circuit 6a.

[0035] The hydrogen which was not consumed with an anode is discharged through fuel circuit 6b with the water of condensation in the fuel cell stack 1, after the circulation force is given by the fuel pump 3 arranged in the path of fuel circuit 6b, it results in a bond part 7, joins the hydrogen again supplied from a regulator 2, and is again supplied to the fuel cell stack 1. In addition, although illustration has not been carried out, air is introduced into the cathode side of the fuel cell stack 1 as an oxidizer. This is the same also with the 2nd which carries out a postscript - the 6th operation gestalt.

[0036] Now, in this fuel circuit system fuel cell system, if an acceleration-and-deceleration value is inputted to ECU4, ECU4 will emit an output command value to the fuel cell stack 1 according to this acceleration-and-deceleration value. For example, in the case of a fuel cell car, an acceleration-and-deceleration value is equivalent to the amount of treading in of an accelerator pedal. Furthermore, ECU4 asks for the target rotational speed of the fuel pump 3 corresponding to an output command value, controls the rotational speed of a fuel pump 3 to target rotational speed with reference to the control MAP ( drawing 2 (b) ) ("the output-rotational speed MAP" is called hereafter) which shows the relation of the output command value and the target rotational speed (fuel circulating load) beforehand memorized inside, and secures the circulating load of the fuel which a fuel circuit system fuel cell system needs.

[0037] The fuel circulating load (rotational speed of a fuel pump 3) for which the axis of abscissa shows the output command value by an axis of ordinate showing the rotational speed (fuel circulating load) of a fuel pump 3, drawing 2 (b) is an output command value and the relation of 1 to



1, and a fuel cell needs them is defined.

[0038] In the fuel circuit system fuel cell system of the 1st operation gestalt, since ECU4 evaluates the circulating load of the fuel which the fuel cell stack 4 needs with reference to the output-rotational speed MAP ( drawing 2 (b) ) in an instant and controls a fuel pump 3 to target rotational speed based on the output command value even if a sudden acceleration-and-deceleration command is emitted, it becomes possible to circulate only the fuel which a fuel cell requires of the fuel circuit 6.

[0039] Next, drawing 2 (a) explains the flows of control in the 1st operation gestalt. If an output command is made to ECU4 (S11), thereby, ECU4 will determine the target rotational speed of the fuel pump 3 to an output command value with reference to the output-rotational speed MAP ( drawing 2 (b) ) memorized beforehand (S13) (S12). Then, ECU4 controls the rotational speed of a fuel pump 3 to target rotational speed (S14), and processing ends it (S15).

[0040] In addition, in the 1st operation gestalt, the "fuel sending-out means" said by the claim corresponds to "a fuel pump 3" and "a regulator 2", and a "fuel cell control unit" corresponds to "ECU4."

[0041] The [2nd operation gestalt] Drawing 3 shows the equipment configuration of the fuel circuit system fuel cell system of the 2nd operation gestalt of this invention. The circulation system which used the fuel pump and the ejector together in the gestalt of this operation is adopted, and it corresponds to invention this was also indicated to be by claims 1 and 3. Moreover, this operation gestalt is most fundamental operation gestalt of the hybrid system which used the fuel pump and the ejector together in the fuel circuit as a fuel sending-out means.

[0042] In the fuel circuit system fuel cell system of the 2nd operation gestalt, the ejector 5 is formed all over the fuel circuit 6, nozzle 5a in which an ejector 5 carries out a postscript is connected to the high-pressure hydrogen tank through the regulator 2, and it is possible to supply a new fuel to the fuel cell stack 1 using the pressure of a high-pressure hydrogen tank. Moreover, the fuel pump 3 is formed in fuel circuit 6b, and an ejector 5 can generate the circulation force of a fuel independently. moreover -- the case where fuel circuit 6b is connected to suction room 5c ( drawing 4 ) in which an ejector 5 carries out a postscript, and the ejector 5 has injected a new fuel from nozzle 5a ( drawing 4 ) -- the size of an amount -- anyway, it is possible to circulate a fuel all over the fuel circuit 6 only with an ejector 5.

[0043] An ejector 5 is explained here using drawing 4 . An ejector 5 is a kind of vacuum pump, and has the operation which changes pressure energy into the energy for conveying the matter. The ejector 5 consists of nozzle 5a, diffuser 5b, and suction room 5c. In addition, suction room 5c is connected with fuel circuit 6b.

[0044] The hydrogen whose pressure was regulated through the regulator 2 from the high-pressure hydrogen tank etc. is injected from nozzle 5a from which the ejector 5 was extracted thinly at high speed. The hydrogen injected from nozzle 5a is supplied to suction room 5c from fuel circuit 6b, and since it moves to diffuser 5b, involving in the hydrogen which was not consumed by the fuel cell stack 1, hydrogen circulates through the inside of the hydrogen circuit 6 by injecting hydrogen newer than nozzle 5a.

[0045] Thus, in the 2nd operation gestalt, the point which is using together the ejector 5 and the fuel pump 3 as a fuel sending-out means for circulating hydrogen in the hydrogen circuit 6 is the description.

[0046] In the system ( drawing 20 ) which circulates through a fuel only with the conventional ejector 5, when a sudden acceleration-and-deceleration command was emitted, the problem that response delay arose in supply of hydrogen, or circulation of (the time of sudden acceleration) and hydrogen stopped (at the time of sudden moderation) occurred ( drawing 21 ). However, it sets to the fuel circuit system fuel cell system of the 2nd operation gestalt. Since ECU4 has formed the controllable fuel pump 3 other than an ejector 5 in order to circulate hydrogen Since ECU4 controls the rotational speed of a fuel pump 3 to target rotational speed with reference to the output-rotational speed MAP ( drawing 2 (b) ) even if it is the case where a sudden acceleration-and-deceleration command is emitted and an ejector 5 cannot respond appropriately It becomes possible to secure appropriately the circulating load of the fuel which a fuel circuit system fuel cell system needs.

[0047] In addition, since the flows of control in the 2nd operation gestalt are the same as that of the



1st operation gestalt ( drawing 2 (a) ) substantially, the explanation is omitted. In addition, the "fuel cell control unit" said by the claim is equivalent to "ECU4."

[0048] The [3rd operation gestalt] Drawing 5 shows the fuel circuit system fuel cell system of the 3rd operation gestalt of this invention. The circulation system which used together the fuel pump 3 and the ejector 5 as a fuel sending-out means in the gestalt of this operation is adopted, and it corresponds to invention indicated by claims 2-5.

[0049] Although the equipment configuration of the 3rd operation gestalt is the same as that of the 2nd operation gestalt ( drawing 3 ), it differs in that ECU4 is supervising the cel electrical potential difference of a fuel cell with the voltmeter 10. The fuel cell is designed so that it may work in the cel electrical potential difference of a certain convention range. However, a cel electrical potential difference may become lower than the convention range according to the cause of generation water and the water of condensation being accumulated in the fuel cell stack 1. It is the fuel circuit system fuel cell system which can always fill the hydrogen circulating load which a fuel cell requires while it produces promptly the output demanded by the output command, returning a cel electrical potential difference, even if the gestalt of this operation is in such a situation and is the case where an output command is given to a fuel cell.

[0050] It explains referring to the flows of control ( drawing 6 ) of the 3rd operation gestalt. If an acceleration-and-deceleration value is inputted to ECU4, ECU4 will emit an output command value to the fuel cell stack 1 according to this acceleration-and-deceleration value (S61). Under the present circumstances, ECU4 determines the target rotational speed of a fuel pump 3 with reference to the output-rotational speed MAP ( drawing 2 (b) ) (S63) (S62). Then, ECU4 measures the cel electrical potential difference of a fuel cell through the voltmeter 10 installed in the fuel cell stack 1, in order to grasp the condition of the fuel cell stack 1 (S64).

[0051] ECU4 computes a spin compensation multiplier by the spin compensation multiplier decision routine by considering a cel electrical-potential-difference independent or a cel electrical potential difference, and said output command value as an input (S65). Under the present circumstances, refer to the spin compensation MAP which it had beforehand in ECU4 for a spin compensation multiplier decision routine (S66). In addition, various methods exist in the decision approach of a spin compensation multiplier decision routine and the spin compensation multiplier by spin compensation MAP, and a postscript is carried out to it in detail.

[0052] Then, the rotational-speed command value over a fuel pump 3 is computed as a product of the target rotational speed called for at step S62, and the spin compensation multiplier called for at step S65 (S67). Then, ECU4 controls a fuel pump 3 and processing (S68) ends it so that the rotational speed of a fuel pump 3 may serve as said rotational-speed command value (S69).

[0053] In addition, in these flows of control, when the rotational speed of a fuel pump 3 is detected, the processing for judging whether that rate reached the rotational-speed command value is prepared and the rotational speed of a fuel pump 3 has not reached after step S68 at a rotational-speed command value, it is also possible to perform feedback control which returns to step S64 again. Thus, by performing feedback control, it becomes possible to update a spin compensation multiplier according to the cel electrical potential difference which changes every moment, and it becomes possible to reflect a cel electrical potential difference in control of the rotational speed of a fuel pump 3 more.

[0054] A part for premium rotation of the fuel pump 3 which needs a spin compensation multiplier in order to return a cel electrical potential difference to the convention range when the cel electrical potential difference is less than the convention range is defined, when a cel electrical potential difference is the convention range, a spin compensation multiplier is set to 1 here, and the more a cel electrical potential difference is less than the convention range, the more it has the property in which a value becomes large.

[0055] Next, the various methods for the spin compensation multiplier decision by the spin compensation multiplier decision routine (S65) and spin compensation MAP (S66) are explained.

[0056] (1) In the 1st method [ 1st ] of a method, a spin compensation multiplier decision routine (S65) determines a spin compensation multiplier for a cel electrical potential difference as an only input value. Under the present circumstances, refer to drawing 7 (a) for a spin compensation multiplier decision routine (S65) as spin compensation MAP. The correction factor straight line of

\*\* is drawn for the lower right where a spin compensation multiplier and an axis of abscissa are cell electrical potential differences, and, as for drawing 7 (a), an axis of ordinate shows the relation of the spin compensation multiplier to a cell electrical potential difference. The intersection of this correction factor straight line and axis of abscissa is the default value of a cell electrical potential difference, and in the usual case, the fuel cell is designed so that it may work near [ this ] default value (convention range). It becomes possible to ask for a spin compensation multiplier by applying the cell electrical potential difference measured at step S64 to the spin compensation MAP of drawing 7 (a). For example, when the cell electrical potential difference evaluated by step S64 is a, it is immediately called for from MAP that a spin compensation multiplier is Ka.

[0057] (2) In the 2nd method [ 2nd ] of a method, a spin compensation multiplier decision routine (S65) determines a spin compensation multiplier by considering a cell electrical potential difference and an output command value as an input. Under the present circumstances, refer to drawing 7 (b) for a spin compensation multiplier decision routine (S65) as spin compensation MAP. In asking for a spin compensation multiplier, the focus of the 2nd method is using the output command value inputted at step S61 with a cell electrical potential difference.

[0058] In the 1st method, it was not concerned with the size of an output command value, but the spin compensation multiplier was defined more nearly uniquely than a cell electrical potential difference. By using the 1st method, it became possible to change the output of a fuel cell to an output command value, recovering the cell electrical potential difference of a fuel cell. In the 2nd method, it is taking the magnitude of an output command value into consideration, and determining a spin compensation multiplier with a cell electrical potential difference, further, and it becomes possible to shorten time amount until the output of a fuel cell serves as an output command value. that is, the output (output command value) for which enlarges a spin compensation multiplier and a fuel cell is asked when the output (output command value) for which a fuel cell is asked is large (a fuel pump 3 is high-speed rotation) -- in being small (a fuel pump 3 is low-speed rotation), it becomes possible more by making a spin compensation multiplier small to perform control which \*\* (ed) in the condition of a fuel cell.

[0059] As for drawing 7 (b), the correction factor straight line is drawn for every output command value, respectively. In drawing 7 (b), only three in case output command values are A, B, and C are shown as a representative. An inclination becomes sudden, so that an output command value becomes large, and these correction factor straight lines cross one point at the default value of the cell electrical potential difference of an axis of abscissa. It is determined beforehand that the straight line of these output command value C, the output command value B, and the output command value A is used, respectively in case the outputs of said fuel cell stack 1 are the range of max - size, the range in size -, and the range of inside - smallness. In the 2nd method, ECU4 chooses the correction factor straight line corresponding to an output command value, further, determines the spin compensation multiplier corresponding to a cell electrical potential difference current in the correction factor straight-line top, and controls a fuel pump 3.

[0060] (3) In the 3rd method [ 3rd ] of a method, a spin compensation multiplier decision routine (S65) determines a spin compensation multiplier by considering only a cell electrical potential difference as an input. Under the present circumstances, refer to drawing 7 (d) for a spin compensation multiplier decision routine (S65) as spin compensation MAP.

[0061] The focus in the 3rd method is evaluating whenever [ descent / of a cell electrical potential difference ] continuously and gradually. This point is explained using drawing 7 (c). Drawing 7 (c) is a graph showing time amount change of the cell electrical potential difference when not making the fuel cell stack 1 circulate through hydrogen. Thus, if hydrogen is not circulated, the cell electrical potential difference decreases gradually. In the 3rd method, it has managed using a threshold about whenever [ descent / of a cell electrical potential difference ], for example, when whenever [ descent / of a cell electrical potential difference ] is the range 1, a cell electrical potential difference is represented with drawing 7 (c) with a threshold 1, in the case of the range 2, it is a threshold 2 about a cell electrical potential difference, and, in the case of the range 3, a cell electrical potential difference is represented with a threshold 3.

[0062] It judges to which threshold that the cell electrical potential difference measured in step S64 described above ECU4 corresponds, and a spin compensation multiplier is defined with reference to



the spin compensation MAP shown in drawing 7 (d). As whenever [ descent / of a cel electrical potential difference ] becomes large so that drawing 7 (d) may show, a spin compensation multiplier becomes larger. In addition, since the spin compensation of a fuel pump 3 is unnecessary when the cel electrical potential difference has fallen within the convention range (range where a cel electrical potential difference is higher than the threshold 1 of drawing 7 (c)), spin compensation multiplier =1 is chosen in drawing 7 (d) (intersection of the axis of ordinate of drawing 7 (d), and an axis of abscissa).

[0063] In the 3rd method, since a cel electrical potential difference is represented with some thresholds, in order that ECU4 may not have the need of memorizing the detailed spin compensation MAP to which a cel electrical potential difference and a spin compensation multiplier correspond by 1 to 1 like drawing 7 (a) and drawing 7 (b), it becomes possible to decrease the amount of data which ECU4 must memorize of it. In addition, in the above mentioned explanation, although three thresholds are estimating whenever [ descent / of a cel electrical potential difference ] for convenience, the number of setup of a threshold is not limited to this.

[0064] (4) The 4th method [ 4th ] of a method takes in the element of the 2nd method, considers an output command value, and determines the spin compensation multiplier of a fuel pump 3 while it evaluates whenever [ descent / of a cel electrical potential difference ] using a threshold like the 3rd method. Under the present circumstances, refer to drawing 8 (a) for a spin compensation multiplier decision routine (S65) as spin compensation MAP.

[0065] An axis of abscissa is the value (electrical potential difference) of a threshold, and, as for drawing 8 (a), the axis of ordinate shows the spin compensation multiplier. In each threshold (a threshold 1 - threshold 3), the spin compensation multiplier has become settled in every output command value (A-C). In addition, output command value A-C drawn on drawing 8 (a) shows central value for explanation, and the output command value may be set up at the finer step in the actual system.

[0066] Thus, the amount of data which ECU4 memorizes can be decreased by managing whenever [ descent / of a cel electrical potential difference ] with some thresholds. Furthermore, by the 4th method, since the output command value is considered in defining a spin compensation multiplier, it becomes possible to shorten time amount until the output of a fuel cell serves as an output command value like the 2nd method. In addition, in the above mentioned explanation, although three thresholds are estimating whenever [ descent / of a cel electrical potential difference ] for convenience, the number of setup of a threshold is not limited to this.

[0067] (5) The 5th method [ 5th ] of a method evaluates whenever [ descent / of cel electrical potential difference ] using a threshold like the 3rd method. The point which is different from the 3rd method is the spin compensation MAP referred to in order to ask for a spin compensation multiplier.

[0068] In the 5th method, a spin compensation map as shown in drawing 8 (b) is used. An axis of ordinate is a spin compensation multiplier, and drawing 8 (b) is the output command value with which the axis of abscissa was emitted by the fuel circuit system fuel cell system. All over drawing, three correction factor straight lines corresponding to the threshold (a threshold 1 - threshold 3) shown by drawing 7 (c) are drawn. ECU4 chooses the correction factor straight line used in order that a cel electrical potential difference may judge to which threshold it corresponds and may ask for a spin compensation multiplier from the cel electrical potential difference measured at step S64. Furthermore, in the selected correction factor straight line, the spin compensation multiplier corresponding to the output command value inputted at step S61 is read.

[0069] In addition, when the cel electrical potential difference measured in step S64 is the convention range, spin compensation multiplier =1 is chosen. In addition, in the above mentioned explanation, although three thresholds are estimating whenever [ descent / of a cel electrical potential difference ] for convenience, the number of setup of a threshold is not limited to this.

[0070] The [4th operation gestalt] Since the equipment configuration of the fuel circuit system fuel cell system in the 4th operation gestalt is the same as the 2nd operation gestalt ( drawing 3 ), the drawing of an equipment configuration is omitted. In the 4th operation gestalt, while determining the target rotational speed of a fuel pump 3 using the output-rotational speed MAP ( drawing 2 (b) ), it is the description that ECU4 controls the rotational speed of a fuel pump 3 using the time amount rate of change (henceforth an "output percent change") of the output command value computed by the



timer with which ECU4 equipped the interior. In addition, the 4th operation gestalt corresponds to invention indicated by claim 6.

[0071] The flows of control of the 4th operation gestalt are explained using drawing 9. If an acceleration-and-deceleration value is inputted to ECU4, ECU4 will emit an output command value to the fuel cell stack 1 according to this acceleration-and-deceleration value (S91). ECU4 determines the target rotational speed of a fuel pump 3 with reference to the output-rotational speed MAP (drawing 2 (b)) (S93) in that case (S92). Then, ECU4 calculates the output percent change ( $dI/dt$ ) which is time amount rate of change of an output command value (S94).

[0072] ECU4 computes a spin compensation multiplier by the spin compensation multiplier decision routine by considering an output percent-change independent or an output percent change, and an output command value as an input (S95). Under the present circumstances, refer to the spin compensation MAP which it had beforehand in ECU4 for a spin compensation multiplier decision routine (S96). In addition, various methods exist in the decision approach of a spin compensation multiplier decision routine and the spin compensation multiplier by spin compensation MAP, and a postscript is carried out to it in detail.

[0073] Then, the rotational-speed command value over a fuel pump 3 is computed as a product of the target rotational speed called for at step S92, and the spin compensation multiplier called for at step S95 (S97). Then, ECU4 controls a fuel pump 3 and processing (S98) ends it so that the rotational speed of a fuel pump 3 may serve as said rotational-speed command value (S99).

[0074] In addition, an output percent change ( $dI/dt$ ) is time amount rate of change of the output command value applied to the fuel circuit system fuel cell system in step S91, and if the case of a fuel cell vehicle is taken for an example, an accelerator breaks in, and it will be the difference of the direction, when an accelerator is stepped on quickly, an output percent change ( $dI/dt$ ) is large, and when an accelerator is stepped on slowly, an output percent change ( $dI/dt$ ) will become small.

[0075] Next, the various methods for the spin compensation multiplier decision by the spin compensation multiplier decision routine (S95) and spin compensation MAP (S96) are explained.

[0076] (1) In the 1st method [ 1st ] of a method, a spin compensation multiplier decision routine (S95) determines a spin compensation multiplier for an output percent change ( $dI/dt$ ) as an only input. Under the present circumstances, refer to drawing 10 (a) for a spin compensation multiplier decision routine (S95) as spin compensation MAP.

[0077] An axis of ordinate is a spin compensation multiplier, and drawing 10 (a) is the output percent change by which the axis of abscissa was calculated at step S94. Such a big value is taken that a spin compensation multiplier serves as the minimum value 1 when an output percent change ( $dI/dt$ ) is 0, and the absolute value of an output percent change ( $dI/dt$ ) becomes large.

[0078] In addition, also when an output percent change ( $dI/dt$ ) is plus, as for a spin compensation multiplier, in minus, it becomes large, and this is for the condition that the amounts of the circulating hydrogen run short temporarily to generate the inside of the fuel circuit 6 in a fuel cell system in which case at the time of acceleration and moderation, as seen in drawing 21 (a) and (b).

[0079] Moreover, it is equivalent to so to speak the accelerator having been rapidly operated as the absolute value of an output percent change ( $dI/dt$ ) is large, and means that the output of a fuel cell must be controlled to an output command value in the inside of a short time. Therefore, in order to make rotational speed of a fuel pump 3 into a predetermined value in the inside of a short time, a spin compensation multiplier serves as a big value. It is equivalent to so to speak the accelerator having been gently operated as the absolute value of an output percent change ( $dI/dt$ ) is small to it, and in this case, since what is necessary is just to control the rotational speed of a fuel pump 3 gently, a spin compensation multiplier serves as a small value.

[0080] (2) In the 2nd method [ 2nd ] of a method, a spin compensation multiplier decision routine (S95) determines a spin compensation multiplier by considering an output percent change ( $dI/dt$ ) and an output command value as an input. Under the present circumstances, refer to drawing 10 (b) for a spin compensation multiplier decision routine (S95) as spin compensation MAP.

[0081] An axis of ordinate is a spin compensation multiplier, and the axis of abscissa of drawing 10 (b) is an output percent change. All over drawing, the correction factor graph is drawn for every output command value inputted at step S91 (drawing 9). In drawing 10 (b), three in case output command values are A, B, and C are shown as a representative. Since the view of these output

command values A, B, and C is the same as that of above mentioned drawing 7 (b), it omits explanation here.

[0082] In the 2nd method, ECU4 chooses the correction factor graph corresponding to the output command value inputted at step S91, and determines the spin compensation multiplier corresponding to an output percent change current in the correction factor graph top further. According to the 2nd approach, since a spin compensation multiplier is determined in consideration of an output command value, it becomes possible to control the rotational speed of a fuel pump 3 to a rotational-speed command value quickly.

[0083] (3) In the 3rd method [ 3rd ] of a method, a spin compensation multiplier decision routine (S95) determines a spin compensation multiplier for an output percent change ( $dI/dt$ ) as an only input. Under the present circumstances, refer to drawing 10 (d) for a spin compensation multiplier decision routine (S95) as spin compensation MAP.

[0084] The focus in the 3rd method is a point of computing the absolute value of an output percent change and evaluating the magnitude of the absolute value gradually further. The spin compensation multiplier graph of drawing 10 (a) and (b) is an almost symmetrical configuration to the straight line of output percent-change =0. This is because it is necessary to make the rotational speed of a fuel pump 3 increase in order for the amount of the hydrogen in which it circulates through the inside of the fuel circuit 6 temporarily also the case of acceleration and in moderation to decrease. Thus, a spin compensation multiplier graph becomes possible [ determining a spin compensation multiplier by computing the absolute value (it being described as  $|dI/dt|$  below) of an output percent change, and evaluating the absolute value gradually ], since it is an almost symmetrical configuration to the straight line of output percent-change =0.

[0085] This point is explained using drawing 10 (c). The axis of ordinate of drawing 10 (c) is  $|dI/dt|$ . In the 3rd method,  $|dI/dt|$  is managed using a threshold, for example, when  $|dI/dt|$  is the range 1,  $|dI/dt|$  is represented with drawing 10 (c) with a threshold 1, in the case of the range 2, it is a threshold 2 about  $|dI/dt|$  and, in the case of the range 3,  $|dI/dt|$  is represented with a threshold 3.

[0086] ECU4 judges to which threshold the output percent change evaluated by step S94 corresponds, defines a spin compensation multiplier with reference to the spin compensation MAP of drawing 10 (d), and controls a fuel pump 3 in step S97 by making into a rotational-speed command value the value which multiplied this spin compensation multiplier by the target rotational speed of a fuel pump 3.

[0087] Since what is necessary is according to this 3rd method for ECU4 not to memorize MAP which shows the relation between a spin compensation multiplier and an output percent change like the 1st and 2nd methods, and to memorize only the threshold of  $|dI/dt|$ , and the spin compensation multiplier corresponding to it, it becomes possible to decrease sharply the amount of data which should memorize ECU4. Moreover, in the 3rd method, although  $|dI/dt|$  is managed with three thresholds, the number of setup of a threshold is not restricted to this.

[0088] (4) Like the 3rd method, the 4th method [ 4th ] of a method both takes in the element of the 2nd method as if  $|dI/dt|$  is managed using a threshold, considers an output command value, and determines the spin compensation multiplier of a fuel pump 3. Under the present circumstances, refer to drawing 11 (a) for a spin compensation multiplier decision routine (S95) as spin compensation MAP.

[0089] An axis of abscissa is the threshold of  $|dI/dt|$  and, as for drawing 11 (a), the axis of ordinate shows the spin compensation multiplier. In each threshold (a threshold 1 - threshold 3), the spin compensation multiplier has become settled in every output command value (A-C). In addition, output command value A-C drawn on drawing 11 (a) shows central value for explanation, and the output command value may be set up at the finer step in the actual system.

[0090] Thus, the amount of data which ECU4 memorizes can be decreased by managing  $|dI/dt|$  with some thresholds. Furthermore, by the 4th method, since the output command value is considered in defining a spin compensation multiplier, it becomes possible to shorten time amount until the output of a fuel cell serves as an output command value like the 2nd method. In addition, although three thresholds were estimating  $|dI/dt|$  for convenience in drawing 11 (a), the number of setup of a threshold is not limited to this.

[0091] (5) The 5th method [ 5th ] of a method evaluates  $|dI/dt|$  using a threshold like the 3rd method.



The point which is different from the 3rd method is the spin compensation MAP referred to in order to ask for a spin compensation multiplier.

[0092] In the 5th method, a spin compensation map as shown in drawing 11 (b) is used. An axis of ordinate is a spin compensation multiplier, and drawing 11 (b) is the output command value with which the axis of abscissa was emitted by the fuel circuit system fuel cell system. All over drawing, three correction factor straight lines corresponding to the threshold (a threshold 1 - threshold 3) shown by drawing 10 (c) are drawn.

[0093] ECU4 judges to which threshold  $|dI/dt|$  corresponds, and chooses the correction factor straight line used in order to ask for a spin compensation multiplier from the output percent change measured at step S94. Furthermore, in the selected correction factor straight line, the spin compensation multiplier corresponding to the output command value inputted at step S91 is read. In addition, in the above mentioned explanation, although three thresholds are estimating  $|dI/dt|$  for convenience, the number of setup of a threshold is not limited to this.

[0094] (6) In the 6th 3rd operation gestalt of a method, the spin compensation multiplier of a fuel pump 3 was determined using the cel electrical potential difference of the fuel cell stack 1.

Therefore, it was possible to have reflected the condition of a fuel cell in control of a fuel pump 3 with the 3rd operation gestalt.

[0095] However, in the 4th operation gestalt, since a fuel pump 3 is controlled using the output percent change to a fuel cell system, the condition (for example, cel electrical potential difference) of a fuel cell system etc. cannot be grasped, and it cannot be reflected in control. Then, in the 6th method, while determining the spin compensation multiplier of a fuel pump 3 using an output percent change, a fuel pump 3 is also controlling the execution time which performs premium rotation, and makes it possible to be stabilized more and to operate a fuel cell system. In addition, this method is an operation gestalt corresponding to claim 7.

[0096] Here, in case "premium rotation" controls the rotational speed of a fuel pump 3 to a rotational-speed command value (= target rotational-speed x spin compensation multiplier), it means the case where a spin compensation multiplier is larger than 1.

[0097] The flows of control in the 6th method are shown in drawing 12. In the flows of control of drawing 12, since it is the same as that of steps S91-S97 of the flows of control of the 4th operation gestalt which showed steps S121-S127 to drawing 9, the explanation is omitted. Moreover, in order to determine the spin compensation multiplier of a fuel pump 3 in steps S125 and S126, the thing of arbitration is employable out of the 1st above mentioned method - the 5th above mentioned method.

[0098] The focus in the 6th method is after step S128. In step S128, ECU4 decides on the time amount (execution-time command value) which rotates a fuel pump 3 with the rotational-speed command value determined at step S127. Under the present circumstances, refer to the execution time MAP (S129) for an execution-time decision routine (S128).

[0099] Here, an example of the execution time MAP is shown in drawing 13. Drawing 13 is an execution-time command value which shows the execution time when an axis of ordinate rotates a fuel pump 3 with a rotational-speed command value, and an axis of abscissa is an output percent change. Moreover, three graphs are drawn on drawing 13 for every output command value A-C as an example of an output command value. In drawing 13, an execution-time command value is so large that an output command value is large and the absolute value of an output percent change is large, that is, it is set up so that the premium turnover time of a fuel pump 3 may become large.

[0100] ECU4 determines the execution-time command value for carrying out premium rotation of the fuel pump 3 with reference to this execution time MAP. Thus, according to the execution-time command value and rotational-speed command value which were determined, a fuel pump 3 is controlled in the time amount (S131).

[0101] In addition, after the time amount specified with the execution-time command value passes, a fuel pump 3 will be rotated with the target rotational speed determined at step S122. Thus, since a fuel pump 3 also controls the execution time which performs premium rotation given by the spin compensation multiplier by the 6th method, it becomes possible to be stabilized more and to operate a fuel cell system.

[0102] The [5th operation gestalt] Drawing 14 shows the fuel circuit system fuel cell system of the 5th operation gestalt of this invention. The circulation system which used the fuel pump and the



ejector together as a fuel sending-out means in the gestalt of this operation is adopted, and it corresponds to invention indicated by claims 2-5.

[0103] Although the equipment configuration of the 5th operation gestalt is the same as that of the 2nd operation gestalt ( drawing 3 ), fuel circuit 6a is equipped with the humidifier 11, and it has the dew-point detector 12 for measuring further the dew-point of the hydrogen which circulates just before the fuel cell stack 1 of fuel circuit 6a, and differs in that ECU4 is supervising the dew-point.

[0104] It is necessary to the fuel cell stack 1 to supply the hydrogen containing the steam of the specified quantity, therefore fuel circuit 6a is equipped with the humidifier 11 in the fuel circuit system fuel cell system. However, when a sudden acceleration command is emitted by the fuel cell system, there is a case where the generating water vapor content of a humidifier stops catching up with an initial complement, temporarily. Moreover, when a sudden acceleration-and-deceleration command is emitted by the fuel cell system in the condition that control of the circulating load of hydrogen is not performed, the phenomenon in which the circulating loads of the hydrogen which circulates through the fuel circuit 6 run short temporarily occurs ( drawing 21 ). In such a situation, even if it rises [ which increases the amount of operations of a humidifier and is generated ], in order that the circulating load of the hydrogen for carrying a steam may decrease, the water vapor content which the fuel cell stack 1 needs cannot be filled.

[0105] By the way, since the hydrogen discharged from the fuel cell stack 1 has incorporated the generation water in the fuel cell stack 1, the water of condensation, etc., it has always been saturated with the steam. Therefore, at the time of the sudden acceleration and deceleration of a fuel cell system, the circulating load of the hydrogen in the fuel circuit 6 is increased, and if fuel circuit 6a is made to circulate through the steam saturation hydrogen discharged from a fuel cell system, it becomes possible to circulate the steam which a fuel cell system needs, and when a humidifier 11 is what obtains moisture from the circulating flow of a fuel, the temporary lack of moisture will be compensated further.

[0106] That is, in the 5th operation gestalt, under supervising the dew-point of the hydrogen of a fuel cell, even if it is the time of a sudden acceleration-and-deceleration command being emitted by the fuel cell system, the fuel circuit system fuel cell system which can secure the amount of hydrogen and water vapor content which circulate through the fuel circuit 6 is illustrated.

[0107] The flows of control of the fuel circuit system fuel cell system of the 5th operation gestalt are shown in drawing 15 . If an output command is made to a fuel circuit system fuel cell system (S151), ECU4 will determine the target rotational speed of a fuel pump 3 with reference to the output-rotational speed MAP ( drawing 2 (b)) (S153) (S152). Then, ECU4 measures the dew-point of hydrogen through the dew-point detector 12 arranged at fuel circuit 6a in front of the fuel cell stack 1 (S154).

[0108] ECU4 computes a spin compensation multiplier by the spin compensation multiplier decision routine using the dew-point of the hydrogen measured at step S154 (S155). Under the present circumstances, refer to the spin compensation MAP ( drawing 16 ) which it had beforehand in ECU4 for a spin compensation multiplier decision routine (S156).

[0109] An axis of ordinate is a spin compensation multiplier, and, as for drawing 16 , the axis of abscissa shows the dew-point of hydrogen. When the dew-point of the hydrogen measured with the dew-point detector 12 is low, a spin compensation multiplier is enlarged, the rotational speed of a fuel pump 3 is gathered, and the circulating load of the steam saturation hydrogen discharged from the fuel cell stack 1 is increased. Then, the rotational-speed command value over a fuel pump 3 is computed as a product of the target rotational speed called for at step S152, and the spin compensation multiplier called for at step S155 (S157).

[0110] Then, ECU4 controls a fuel pump 3 and processing (S158) ends it so that the rotational speed of a fuel pump 3 may serve as said rotational-speed command value (S159).

[0111] In addition, in the gestalt of this operation, although the dew-point of hydrogen was detected using the dew-point detector 12 arranged at fuel circuit 6a, since the hydrogen behind a humidifier 11 may be saturated with the steam depending on a system, it is also possible to control the gestalt of this operation by in such a case, replacing with the dew-point detector 12 and using a thermometer.

[0112] In addition, it is possible to apply the approach of considering an output command value which was stated with the 3rd operation gestalt or the 4th operation gestalt, the method of managing

a dew-point with a threshold, etc. to the approach a dew-point determines a spin compensation multiplier.

[0113] The [6th operation gestalt] The fuel circuit system fuel cell system of the 6th operation gestalt of this invention was shown in drawing 17. In addition, this operation gestalt corresponds to claim 8. the bypass way 13 where the focus in the equipment configuration of the 6th operation gestalt bypasses a fuel pump 3 to the fuel circuit 6 -- preparing -- the inside of this bypass way 13 -- ECU4 - - closing motion -- it is the point of having formed the controllable bypass valve 14. The other point is the same as the 3rd operation gestalt ( drawing 5 ).

[0114] When a fuel cell system is in a steady operation condition, operation of a fuel pump 3 is made to stand by with a halt or a low-power output condition (idle state), a bypass valve 14 is opened, a fuel pump 3 is bypassed by the bypass way 13, and an ejector 5 is made to circulate through hydrogen with the 6th operation gestalt. The circulation force is given to hydrogen by the ejector 5 and it circulates the fuel circuit 6.

[0115] When a sudden acceleration-and-deceleration command is emitted by the fuel cell system or the quantity of states (for example, cel electrical potential difference etc.) of a fuel cell system decrease rather than the convention range, ECU4 is rotating a fuel pump 3 with predetermined rotational speed, increases the amount of the hydrogen through which the fuel circuit 6 is made to circulate, and it corresponds to an output command or it returns the quantity of state of a fuel cell to the convention range while it supervises it and closes a bypass valve 14. In addition, the 6th operation gestalt may estimate the dew-point of hydrogen etc., although the cel electrical potential difference is used as a quantity of state of a fuel cell.

[0116] The flows of control of the 6th operation gestalt are explained using drawing 18. First, a cel electrical potential difference is measured by the voltmeter 10 formed in the fuel cell stack 1 (S181). Then, when it is judged whether it is the convention range (S182) and this cel electrical potential difference is judged to be the convention range for a cel electrical potential difference, a valve-opening command is made to the (Y) bypass valve 14 (S183), and it is stopped by the fuel pump 3 (S184). However, in step S182, when a cel electrical potential difference is judged to be less than the convention range, a bypass valve 14 is closed and processing for rotating a fuel pump 3 with a predetermined rotational speed is performed (S185-S194).

[0117] First, in step 185, it is judged whether the output command of an acceleration-and-deceleration command etc. is made by the fuel cell system. When the output command is made, according to (Y) and an output command value, the target rotational speed of a fuel pump 3 is determined in step S187.

[0118] Since target rotational speed of a fuel pump 3 cannot be determined in step 187 when the output command is not made to it, let the output of the present fuel cell system be an output command value (S186). Then, with reference to the output-rotational speed MAP ( drawing 2 (b)) (S189), the target rotational speed of the fuel pump 3 corresponding to an output command value is determined.

[0119] Furthermore, it asks for the spin compensation multiplier whose spin compensation multiplier decision routine (S190) is a part for premium rotation of a fuel pump 3 by what (S191) the spin compensation MAP as shown in drawing 7 (a), drawing 7 (b), drawing 7 (d), and drawing 8 (a) is referred to for based on the cel electrical potential difference measured at step S181.

[0120] Then, a rotational-speed command value is computed as a product of target rotational speed and a spin compensation multiplier (S192), and while clausilium of the bypass valve 14 is carried out and it enables circulation of hydrogen at a fuel pump 3, a fuel pump 3 is controlled to the rotational-speed command value computed at step 192 (S194). After that, control returns to S181 and a cel electrical potential difference is evaluated again.

[0121] Drawing 19 explains the control action of the hydrogen circulating load of the fuel circuit system fuel cell system of the 6th operation gestalt more concretely. Drawing 19 is the timing diagram which showed change of the cel electrical potential difference of the fuel circuit system fuel cell system of the 6th operation gestalt, and change of the hydrogen circulating load in a system to coincidence.

[0122] The cel electrical potential difference of a fuel cell shall be in convention within the limits till an A point. At this time, in the fuel cell system of drawing 17, a halt etc. is carried out, a bypass



valve 14 is opened, and, as for the fuel pump 3, hydrogen circulation in the fuel circuit 6 is performed by only the ejector 5. If a cel electrical potential difference is [ in / an A point ] less than a threshold 1 under the effect of the water of condensation in the fuel cell stack 1 etc., according to the flows of control shown in drawing 18 , a bypass valve 14 will close ECU4, it will issue the directions "operate with the rotational-speed command value computed at step S192 to the fuel pump 3", and the rotational speed of a fuel pump 3 will increase it. In connection with it, the amount of hydrogen which circulates through the inside of the hydrogen circuit 6 increases.

[0123] However, in this example, the cel electrical potential difference of a fuel cell does not return to the convention range, but presupposes that it was further less than the threshold 2 in the B point. Then, ECU4 makes the rotational speed of a fuel pump 3 increase further according to the flows of control shown in drawing 18 , and makes the amount of hydrogen which circulates through a system increase further. Then, if the cel electrical potential difference of a fuel cell returns to the convention range as it passes through C point and D point, a bypass valve 14 will be opened, a halt etc. will carry out a fuel pump 3, and ECU4 will perform hydrogen circulation only with an ejector 5 again.

[0124] Thus , since work a fuel pump 3 and the hydrogen circulating load in the fuel circuit 6 be make to increase , and it be making the fuel pump 3 into the halt or the idle state in the 6th operation gestalt in being other when the quantity of state of fuel cells , such as a cel electrical potential difference , be less than the convention range , or when an output command be make , there be no need of always working a fuel pump 3 , and it become possible to save energy . Furthermore, when the quantity of state of the fuel cell stack 1 is in convention within the limits and it can circulate through hydrogen required for a system only with an ejector irrespective of the configuration of the bypass path and bypass valve of this 6th operation gestalt, the energy efficiency of a fuel circuit system fuel cell system can be raised by making the fuel pump in the fuel circuit 6 into a halt or an idle state.

[0125]

[Effect of the Invention] Since this invention was constituted as mentioned above, it does the following remarkable effectiveness so. Since the amount of the fuel with which a fuel sending-out means circulates through the inside of a fuel circuit is controlled according to the output command value over a fuel cell according to invention according to claim 1, even if a sudden acceleration-and-deceleration command is emitted by the fuel cell, the amounts of the fuel through which it circulates to a fuel cell do not run short.

[0126] Moreover, since it is independent about a fuel pump with a fuel cell control unit controllable as a fuel sending-out means or uses combining the fuel pump and the ejector which produces the circulation force of a fuel by the pressure of a high-pressure fuel tank, it becomes possible to circulate only the fuel which a fuel cell requires all over a fuel circuit by emit a sudden acceleration-and-deceleration command to a fuel cell, and gather the rotational speed of a fuel pump, even if it is in the situation that an ejector cannot fully respond.

[0127] According to invention according to claim 2, since the fuel cell control unit has the function which supervises the quantity of state of a fuel cell, it supervises the cel electrical potential difference of a fuel cell, the dew-point of a fuel, etc., and it becomes possible to make the information reflect in the amount of the fuel made to circulate through a fuel circuit of it, for example.

[0128] According to invention according to claim 3, since a fuel cell control unit determines the target rotational speed of a fuel pump based on an output command value, unlike the case where the rotational speed of a fuel pump is controlled based on the output of a fuel cell, control delay does not occur in a fuel circulating load.

[0129] It becomes possible to secure the fuel circulating load demanded with an output command value, returning a quantity of state at increasing a fuel circulating load proportionally, when the quantity of state of a fuel cell has separated from the convention range, since according to invention according to claim 4 a fuel cell control unit considers the quantity of states (a cel electrical potential difference, dew-point of a fuel, etc.) of a fuel cell and controls the circulating load of a fuel.

[0130] According to invention according to claim 5, since the dew-point of the fuel in a cel electrical potential difference or a fuel cell inlet port is adopted as a quantity of state of a fuel cell, it becomes possible to control the circulating load of a fuel, grasping the condition of a fuel cell with these



quantity of states.

[0131] Since premium rotation of a fuel pump is performed according to the output percent change even if a sudden acceleration-and-deceleration command is emitted to a fuel cell, since according to invention according to claim 6 a fuel cell control unit considers an output percent change and controls the circulating load of a fuel, it becomes possible to secure the fuel circulating load which a fuel cell requires.

[0132] According to invention according to claim 7, since a fuel cell control unit determines the execution time when a fuel pump performs premium rotation based on an output percent change, it becomes possible to circulate only the fuel according to the size of an output percent change of it all over a fuel circuit.

[0133] According to invention according to claim 8, since the bypass way and bypass valve in which a bypass of a fuel pump is possible were prepared all over the fuel circuit, in order to operate, it became possible to operate the fuel pump which needs power, only when required. It becomes possible to save the power which works a fuel pump by making it operate, when an output command is emitted, and only when the quantity of state of a fuel cell has separated from the fuel pump from the convention range.

[0134] Since according to invention according to claim 9 a fuel pump is made into a halt or an idle state when the quantity of state of a fuel cell is convention within the limits, it becomes possible to raise the energy efficiency of a fuel circuit system fuel cell system.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the mimetic diagram showing the equipment configuration of the fuel circuit system fuel cell system of the 1st operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] They are the flows of control ( drawing 2 (a)) of the 1st operation gestalt of this invention, and the output-rotational speed MAP ( drawing 2 (a)).

[Drawing 3] It is the mimetic diagram showing the equipment configuration of the fuel circuit system fuel cell system of the 2nd operation gestalt of this invention.

[Drawing 4] It is the sectional view of an ejector.

[Drawing 5] It is the mimetic diagram showing the equipment configuration of the fuel circuit system fuel cell system of the 3rd operation gestalt of this invention.

[Drawing 6] They are the flows of control of the 3rd operation gestalt of this invention.

[Drawing 7] It is the spin compensation MAP used with the 3rd operation gestalt of this invention.

[Drawing 8] It is the spin compensation MAP used with the 3rd operation gestalt of this invention.

[Drawing 9] They are the flows of control of the 4th operation gestalt of this invention.

[Drawing 10] It is the spin compensation MAP used with the 4th operation gestalt of this invention.

[Drawing 11] It is the spin compensation MAP used with the 4th operation gestalt of this invention.

[Drawing 12] They are the flows of control in the 6th method of the 4th operation gestalt of this invention.

[Drawing 13] It is the execution time MAP used by the 6th method of the 4th operation gestalt of this invention.

[Drawing 14] It is the mimetic diagram showing the equipment configuration of the fuel circuit system fuel cell system of the 5th operation gestalt of this invention.

[Drawing 15] They are the flows of control of the 5th operation gestalt of this invention.

[Drawing 16] It is the spin compensation MAP used with the 5th operation gestalt of this invention.

[Drawing 17] It is the mimetic diagram showing the equipment configuration of the fuel circuit system fuel cell system of the 6th operation gestalt of this invention.

[Drawing 18] They are the flows of control of the 6th operation gestalt of this invention.

[Drawing 19] It is a timing diagram for explaining the control action of the fuel circuit system fuel cell system of the 6th operation gestalt of this invention.

[Drawing 20] It is the mimetic diagram showing the equipment configuration of the conventional fuel circuit system fuel cell system.

[Drawing 21] It is drawing showing the trouble of the conventional fuel circuit system fuel cell system.

[Description of Notations]

- 1 Fuel Cell Stack
- 2 Regulator
- 3 Fuel Pump
- 4 ECU
- 5 Ejector
- 6, 6a, 6b Fuel circuit
- 7 Bond Part
- 10 Voltmeter

- 11 Humidifier
- 12 Dew-point Detector
- 13 Bypass Way
- 14 Bypass Valve

---

[Translation done.]



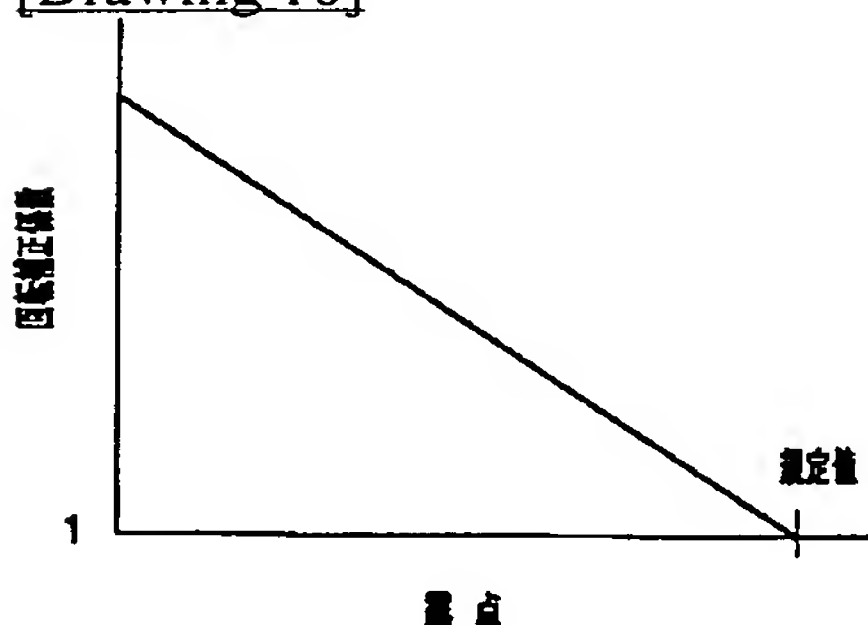
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

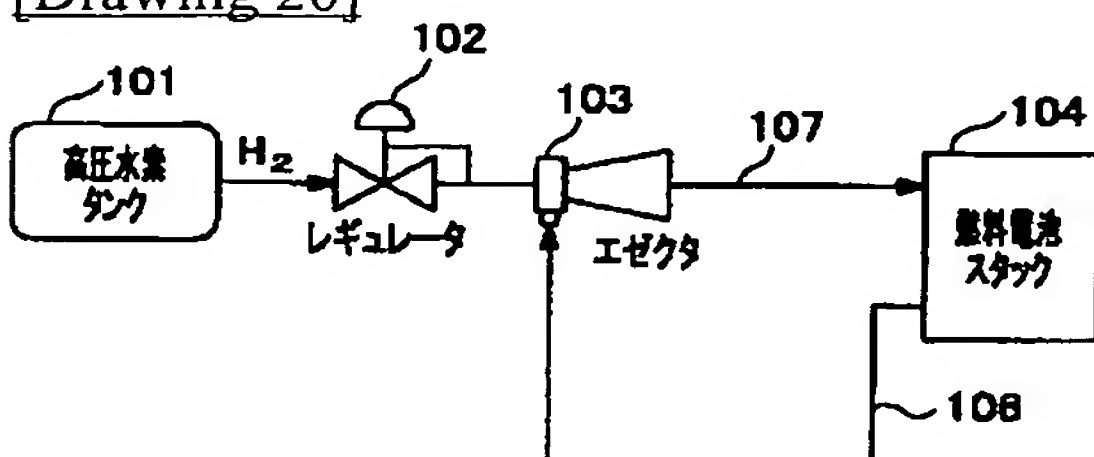
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

[Drawing 16]

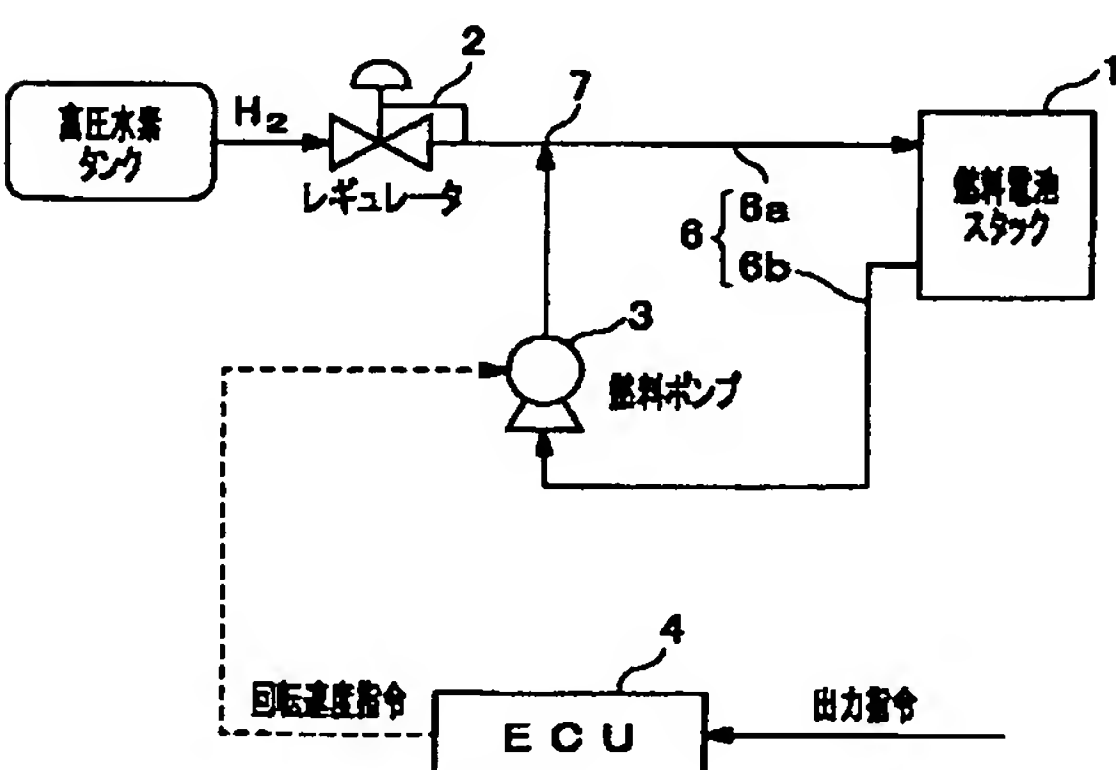


[Drawing 20]



[Drawing 1]

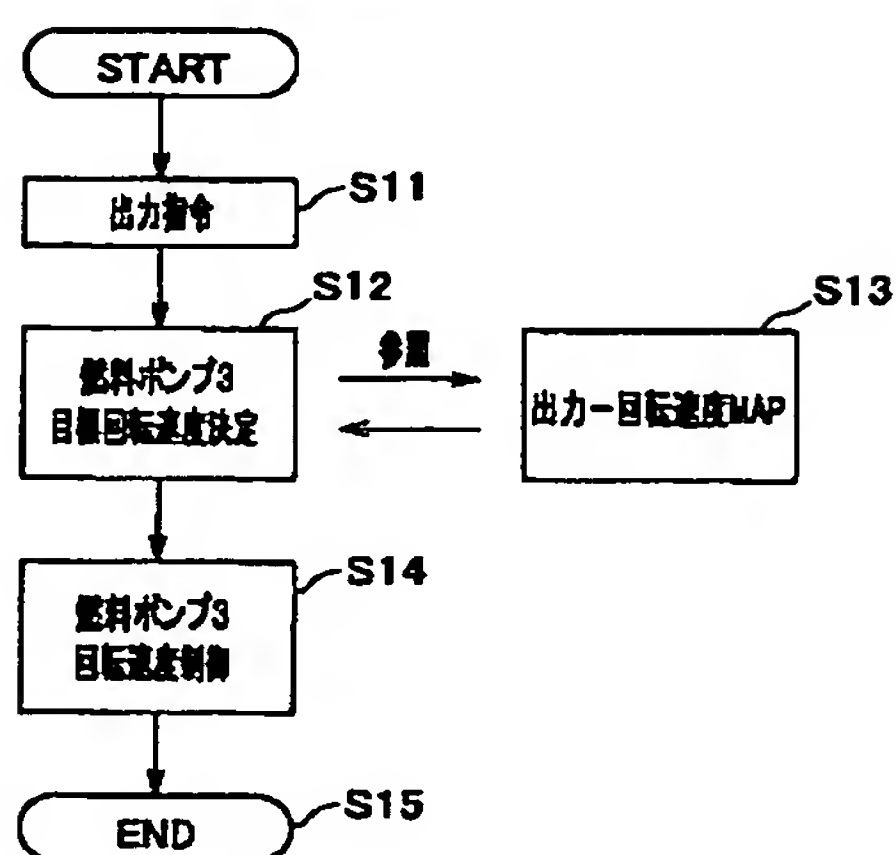
〔第1実施形態〕



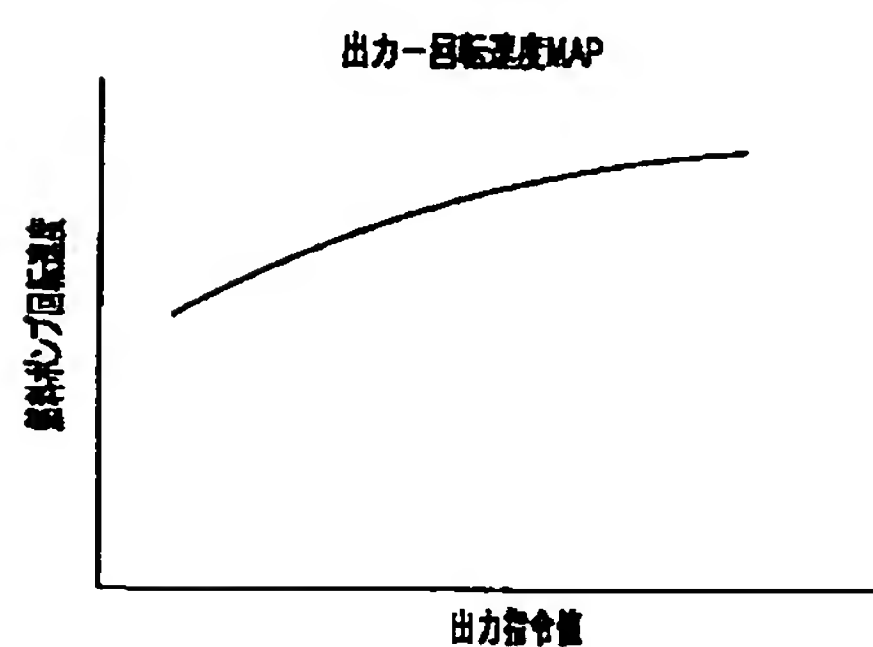
[Drawing 2]

( a )

【第1実施形態の制御フロー】

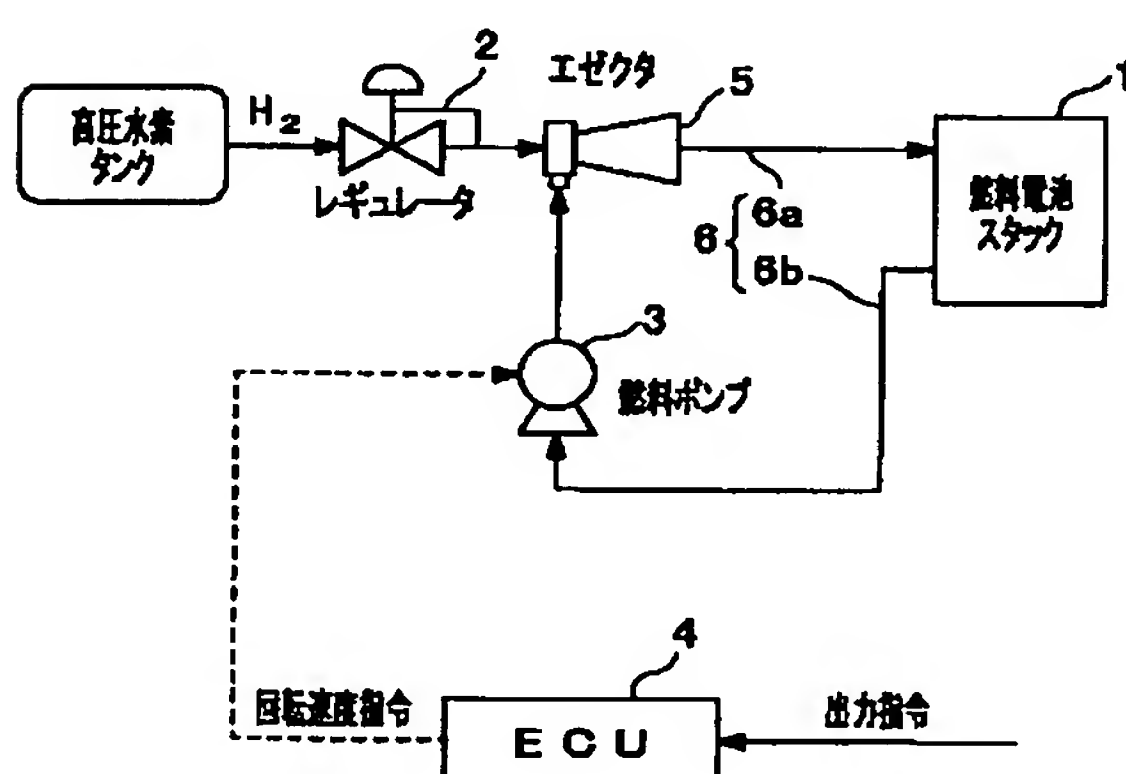


( b )

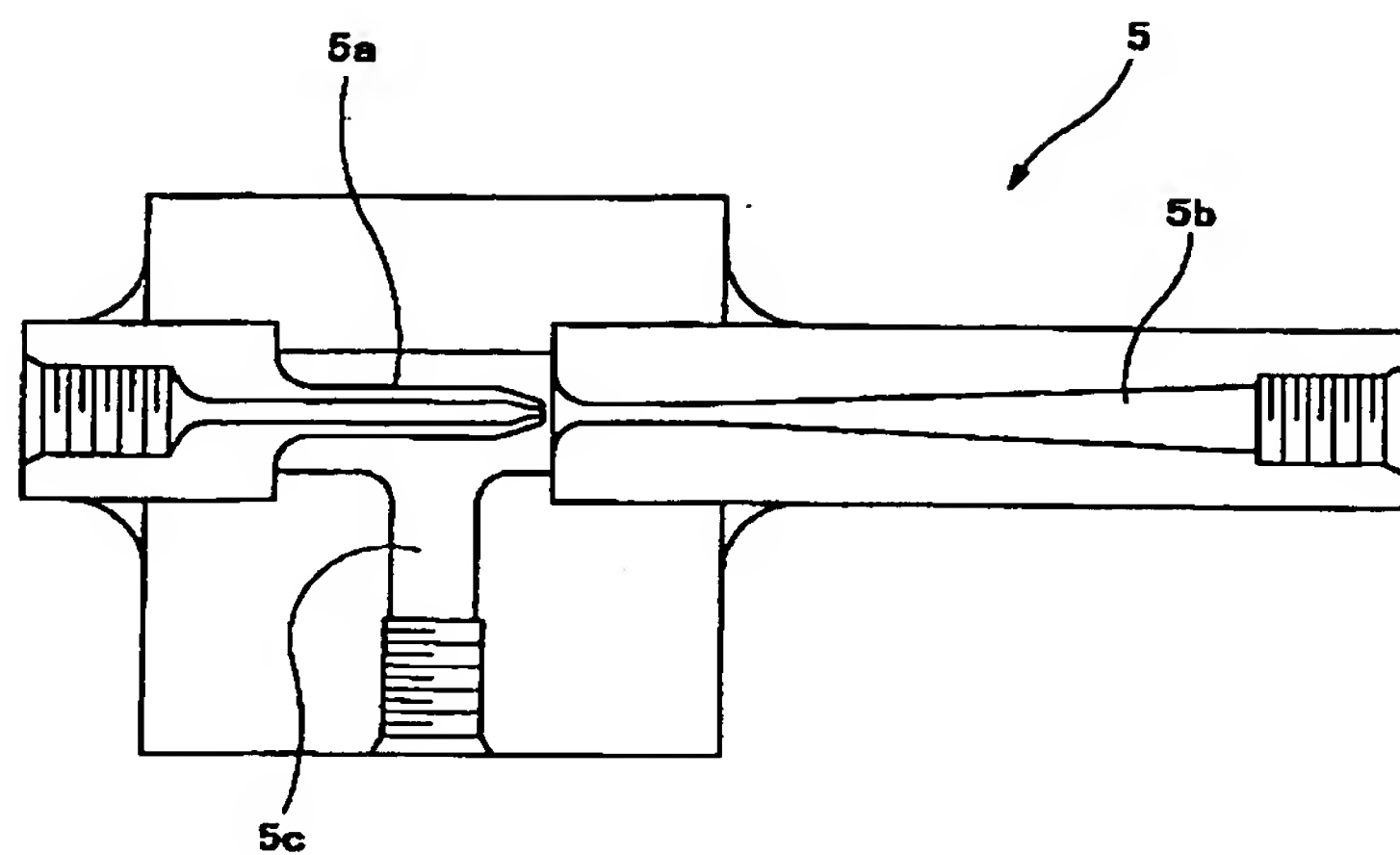


[Drawing 3]

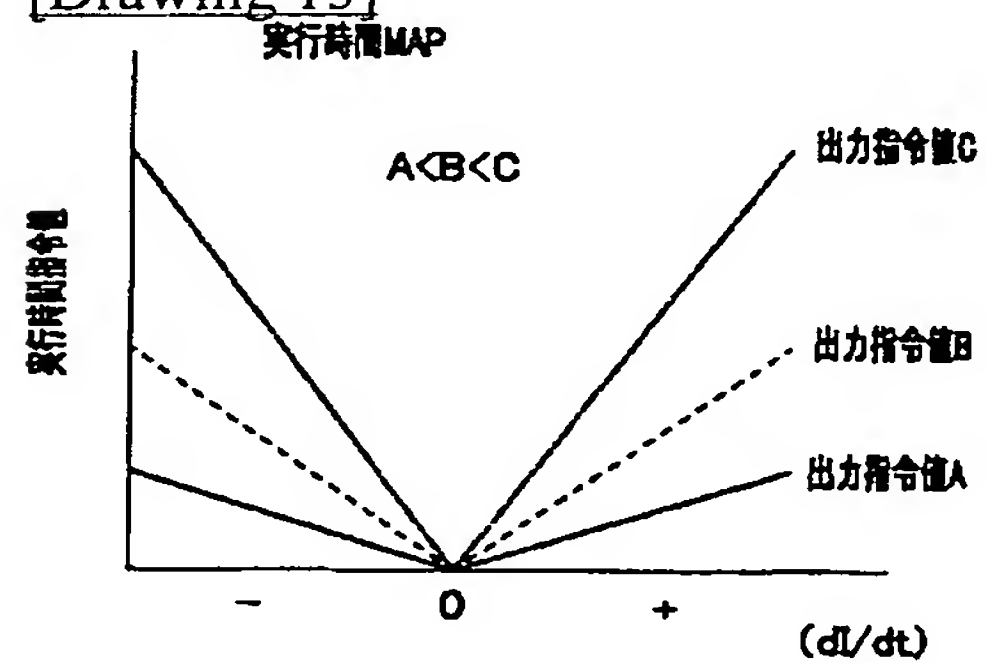
【第2実施形態】



[Drawing 4]

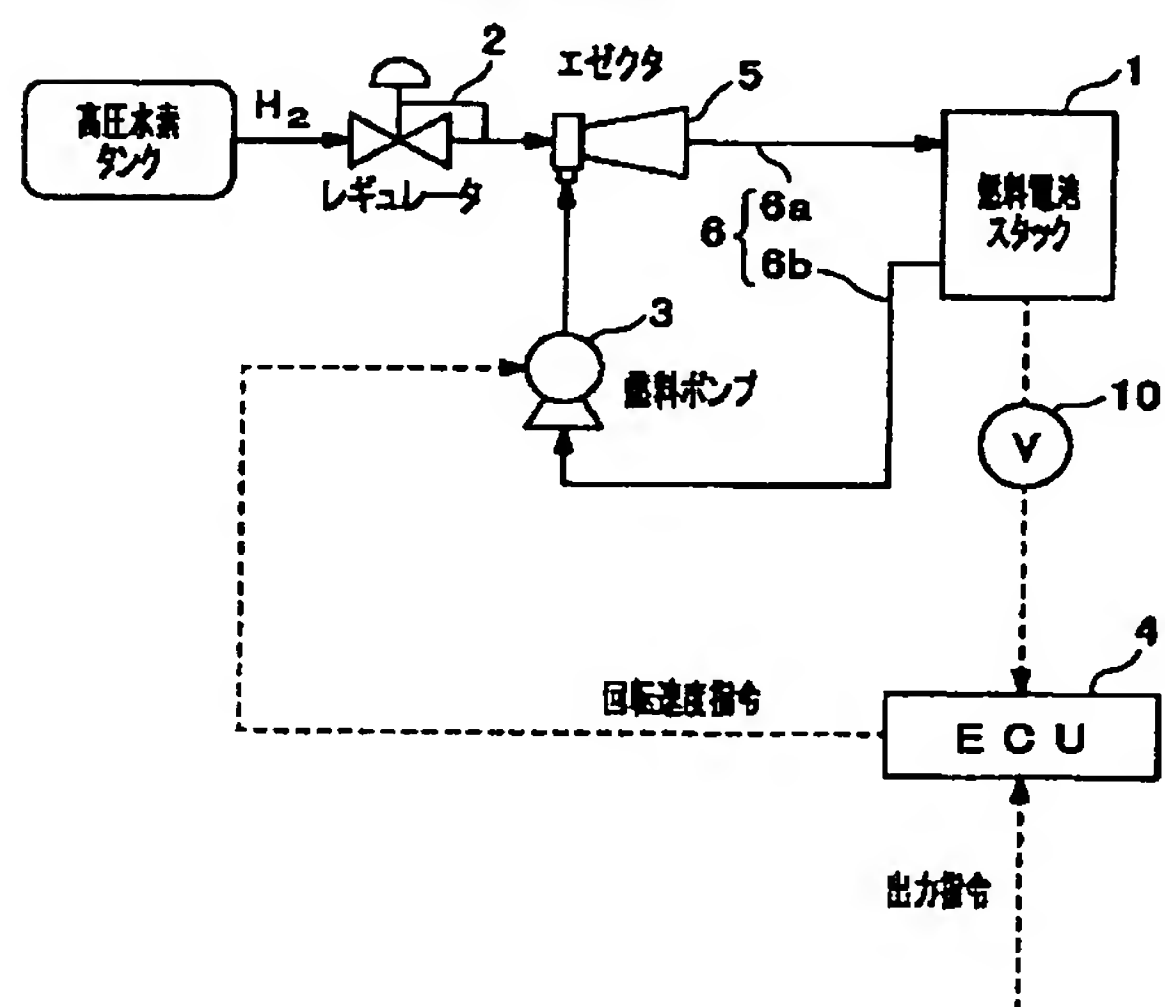


[Drawing 13]



[Drawing 5]

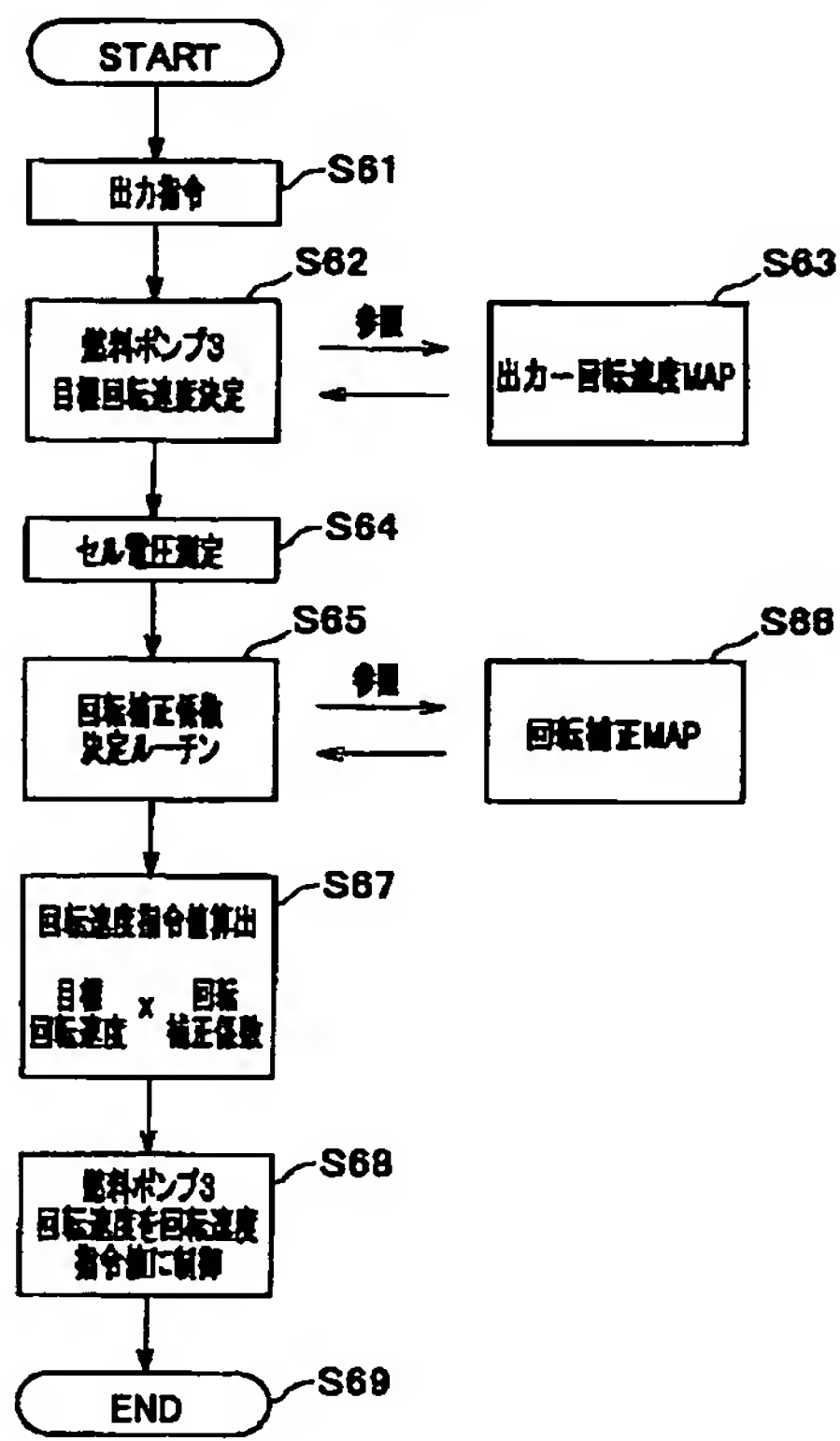
〔第3実施形態〕



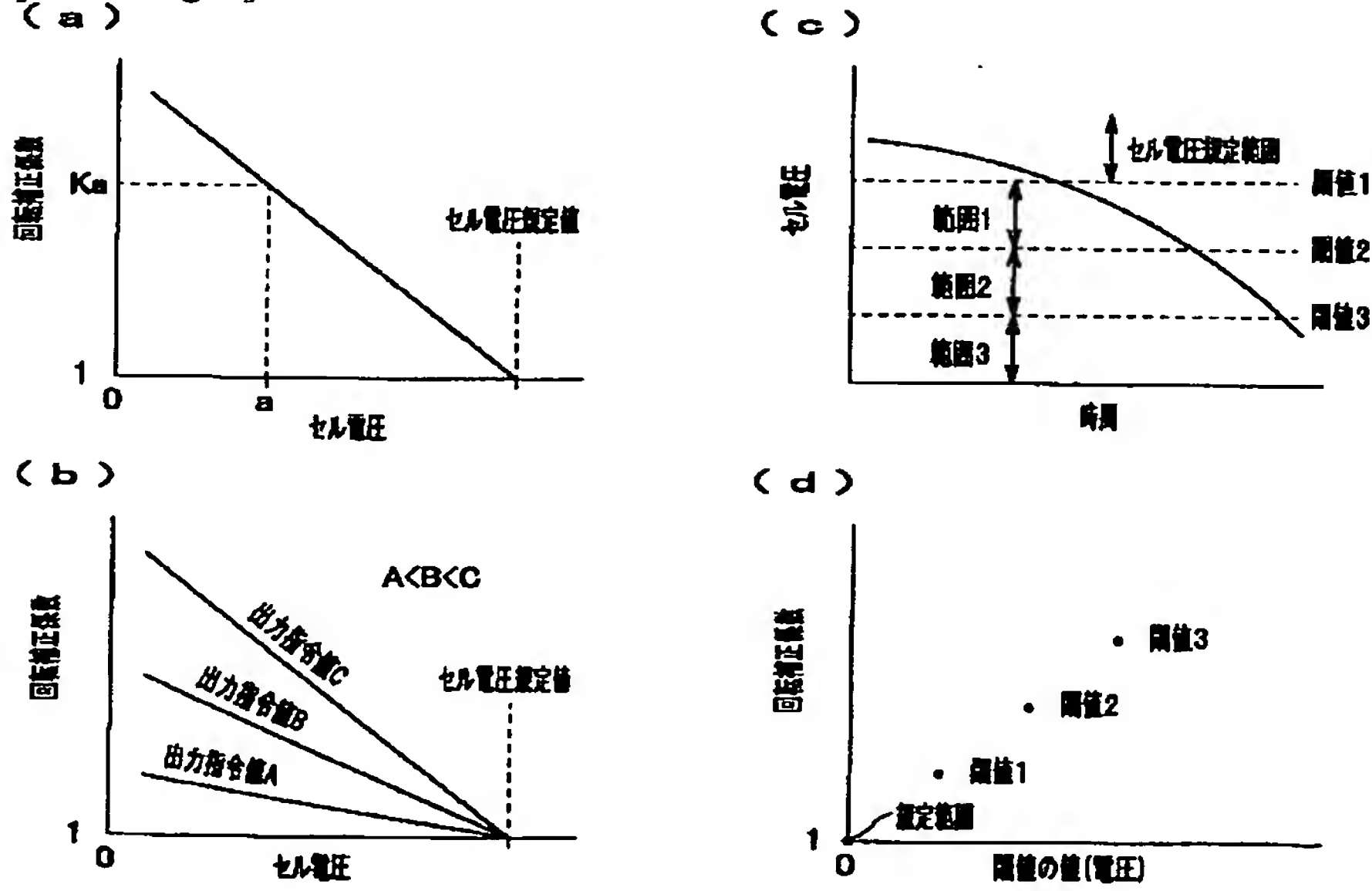
[Drawing 6]



[第9実施形態の制御フロー]

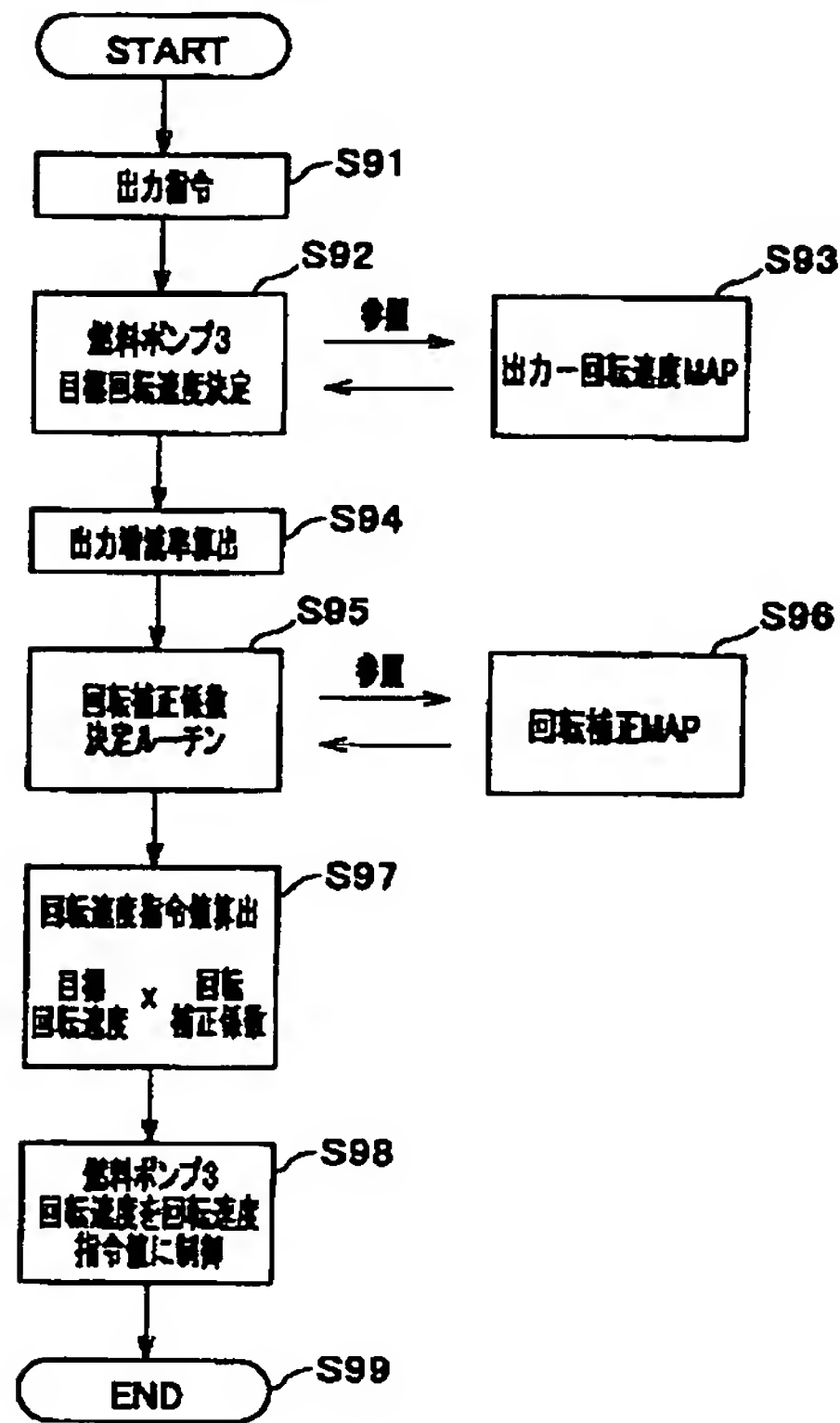


[Drawing 7]

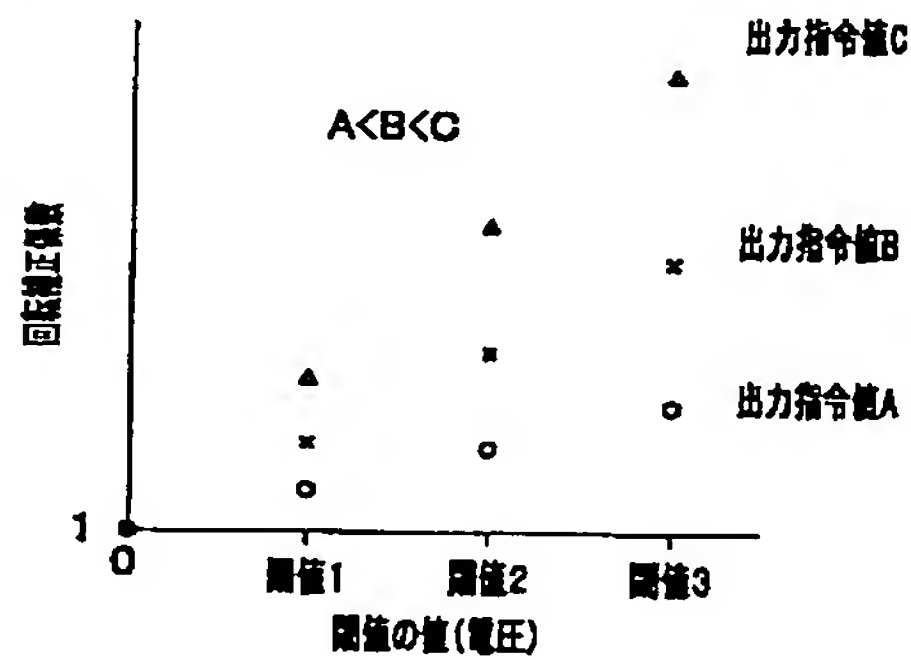


[Drawing 9]

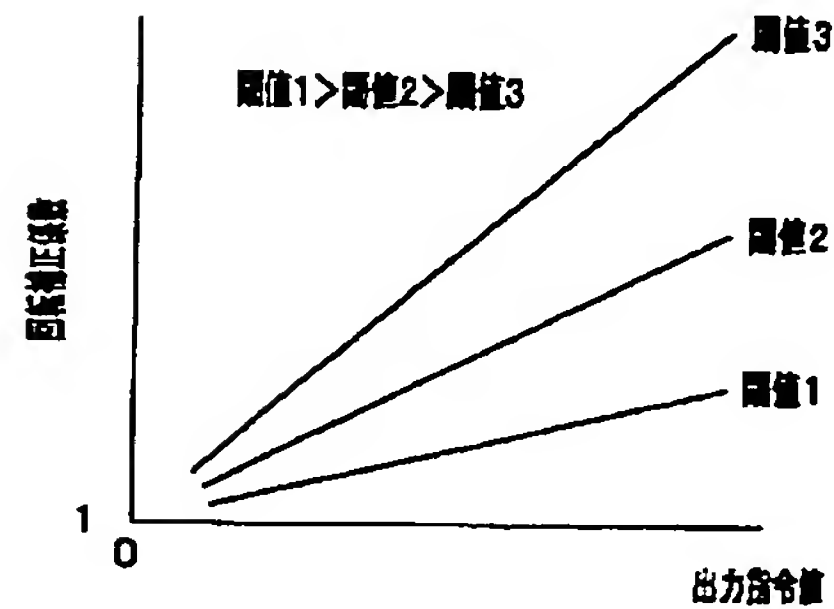
【第4実施形態の制御フロー】



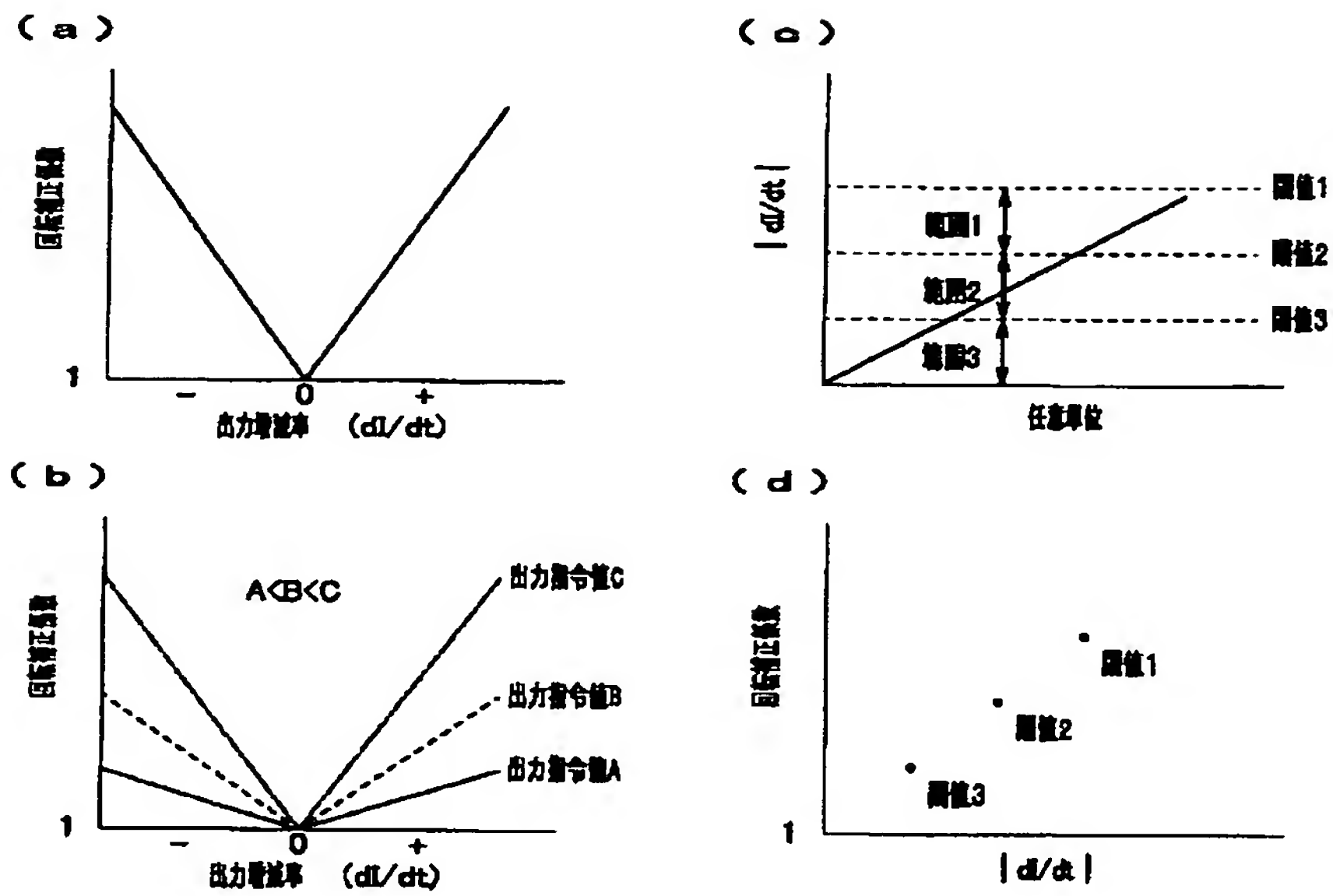
[Drawing 8]  
( a )



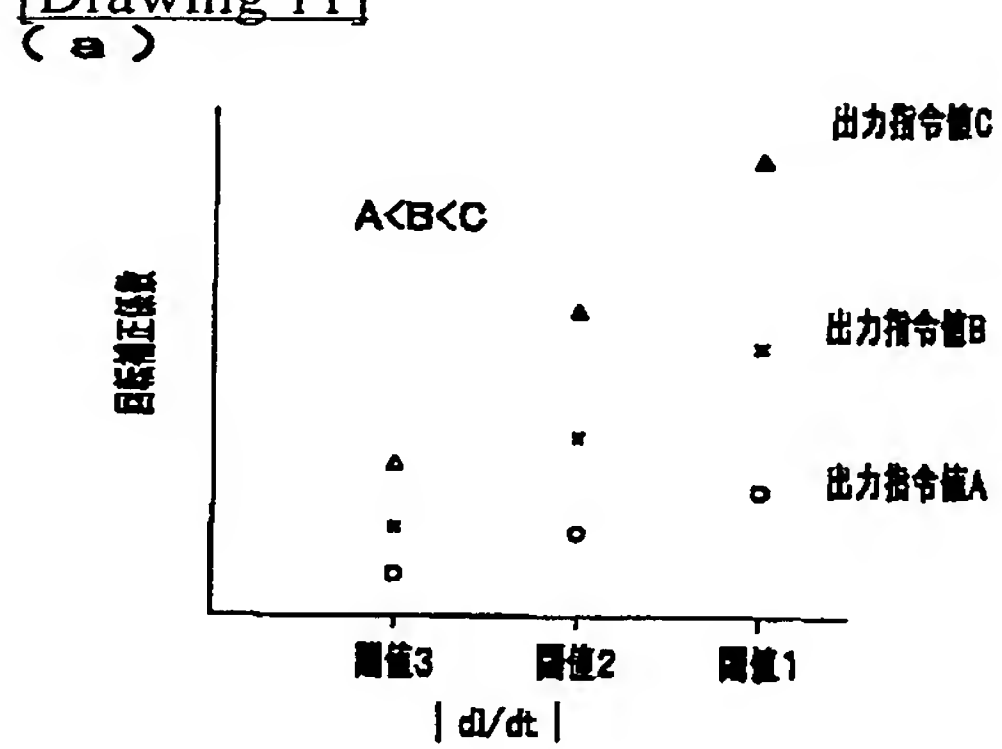
( b )



[Drawing 10]



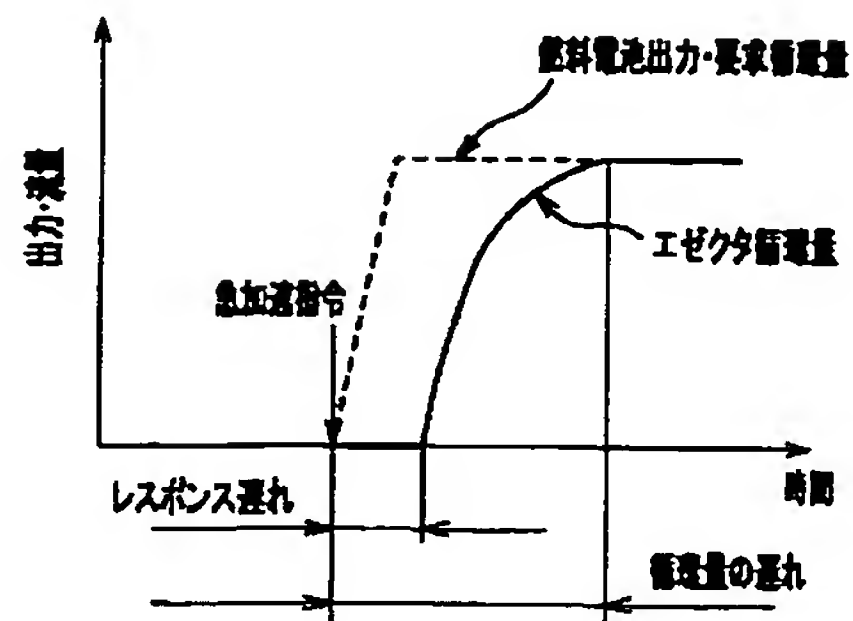
[Drawing 11]



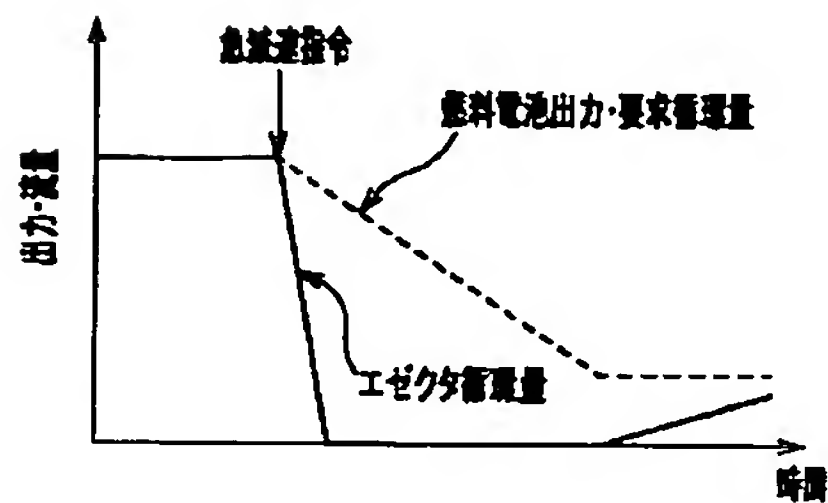
[Drawing 21]



( a )

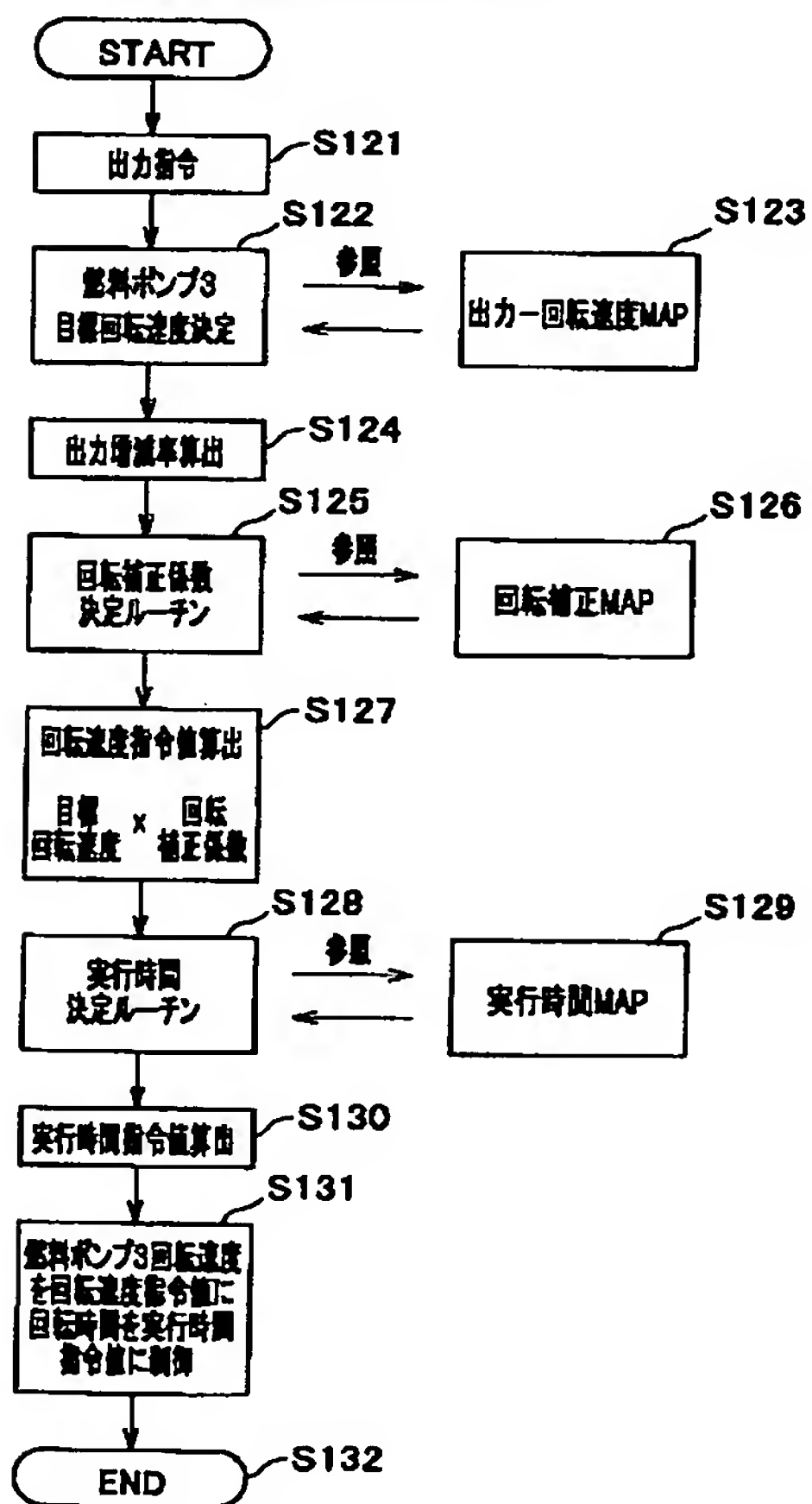


( b )



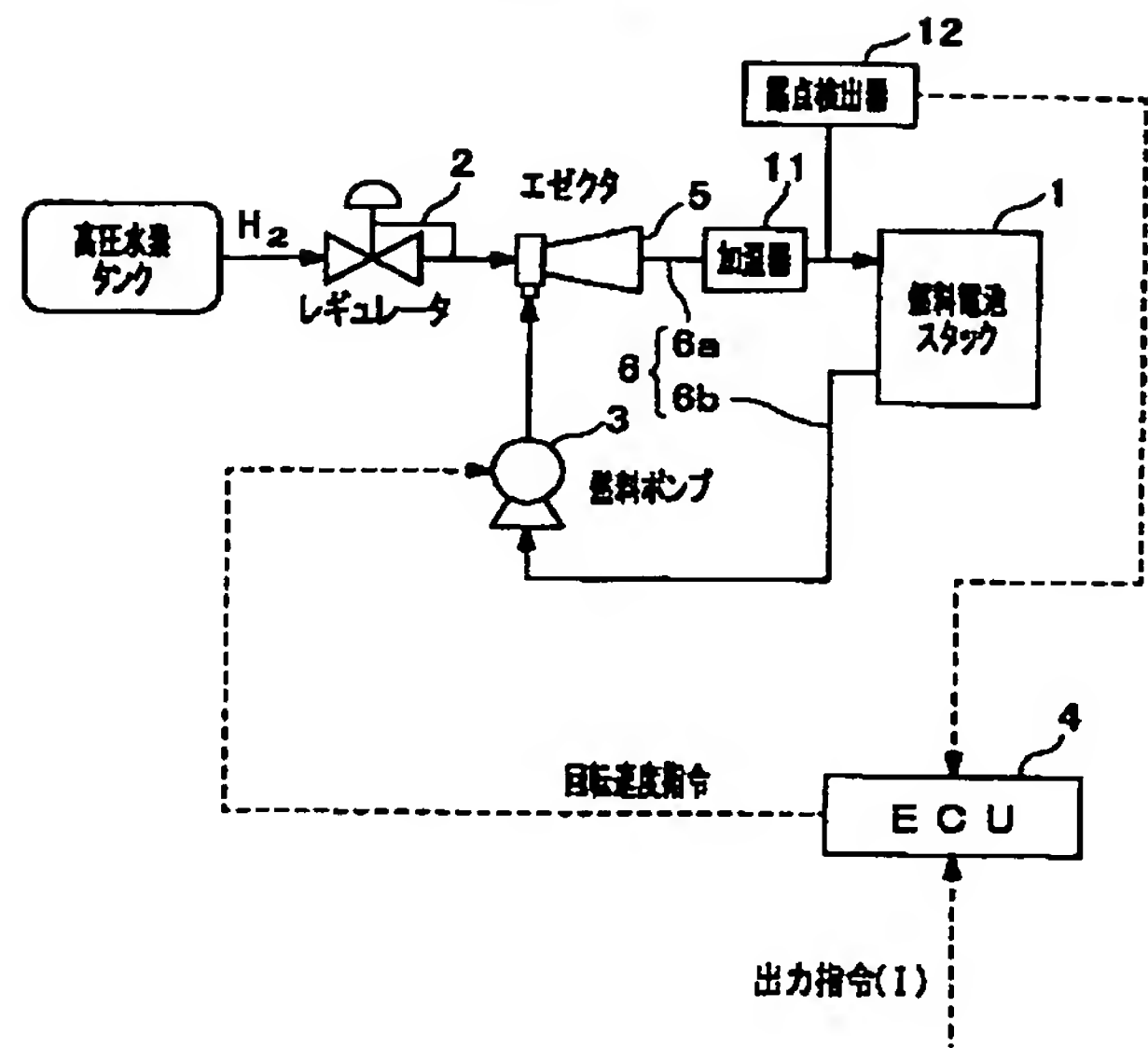
[Drawing 12]

〔第4実施形態 第6方式における制御フロー〕

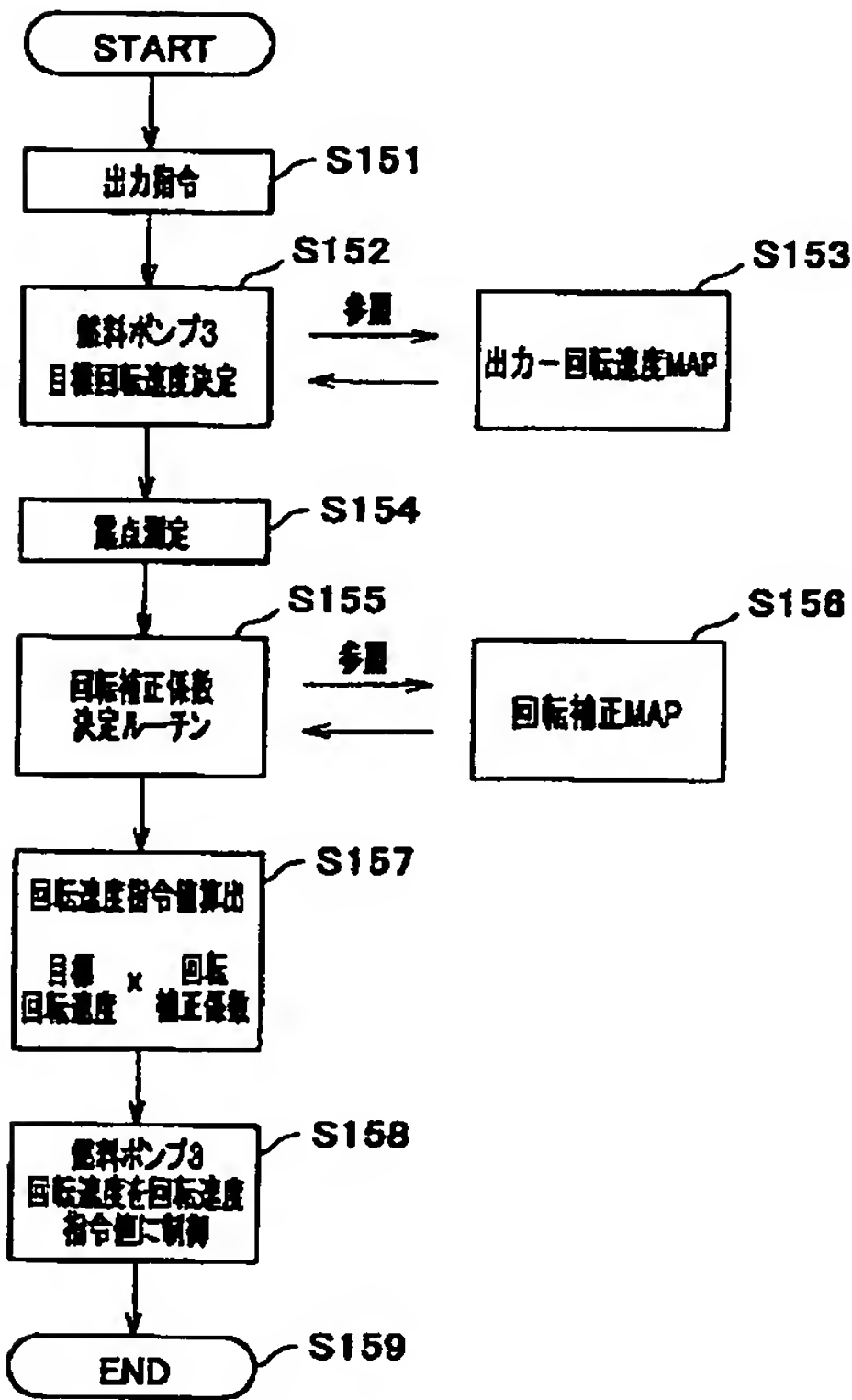


[Drawing 14]

[第5実施形態]

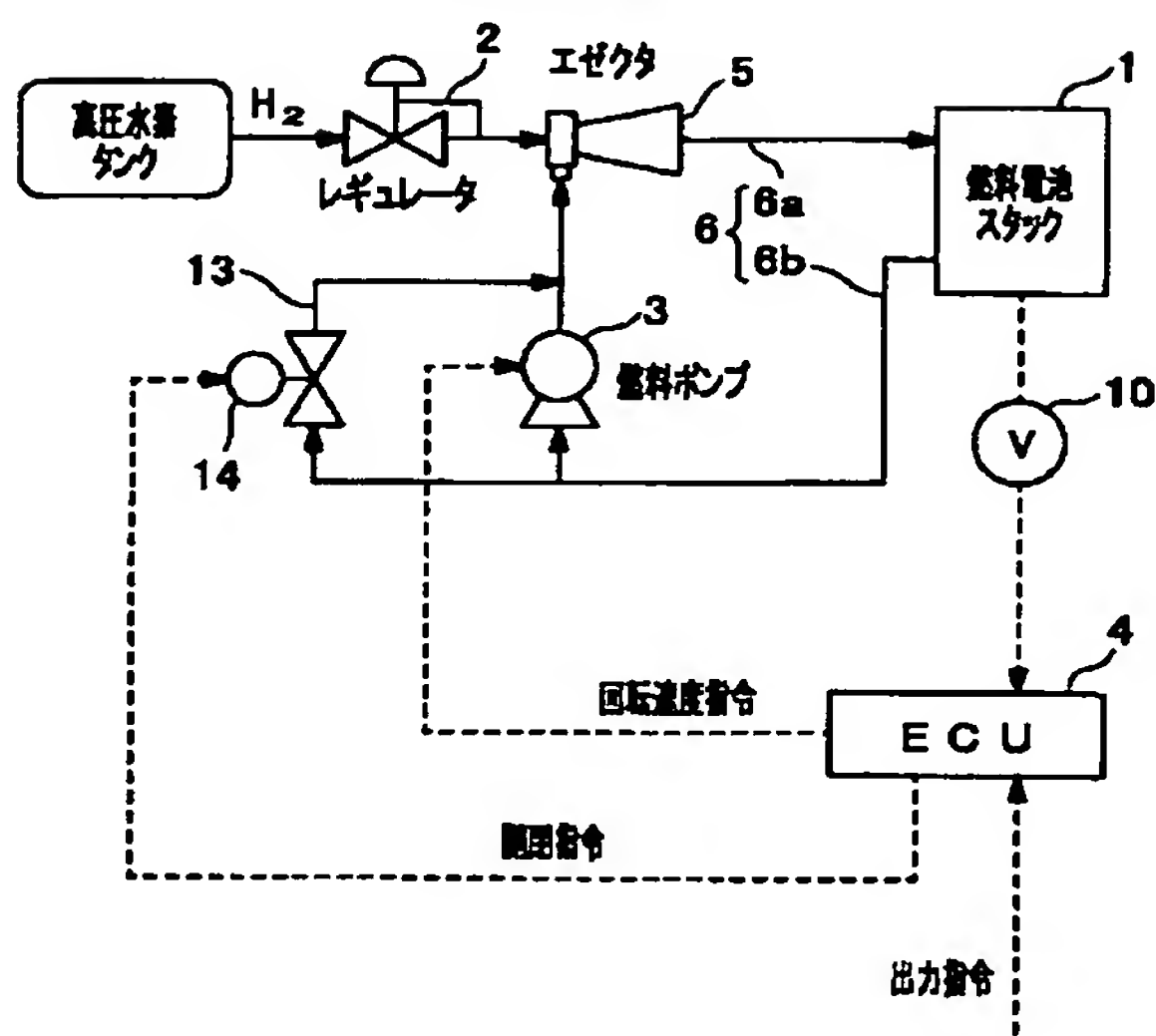


[Drawing 15]  
[第5実施形態の制御フロー]



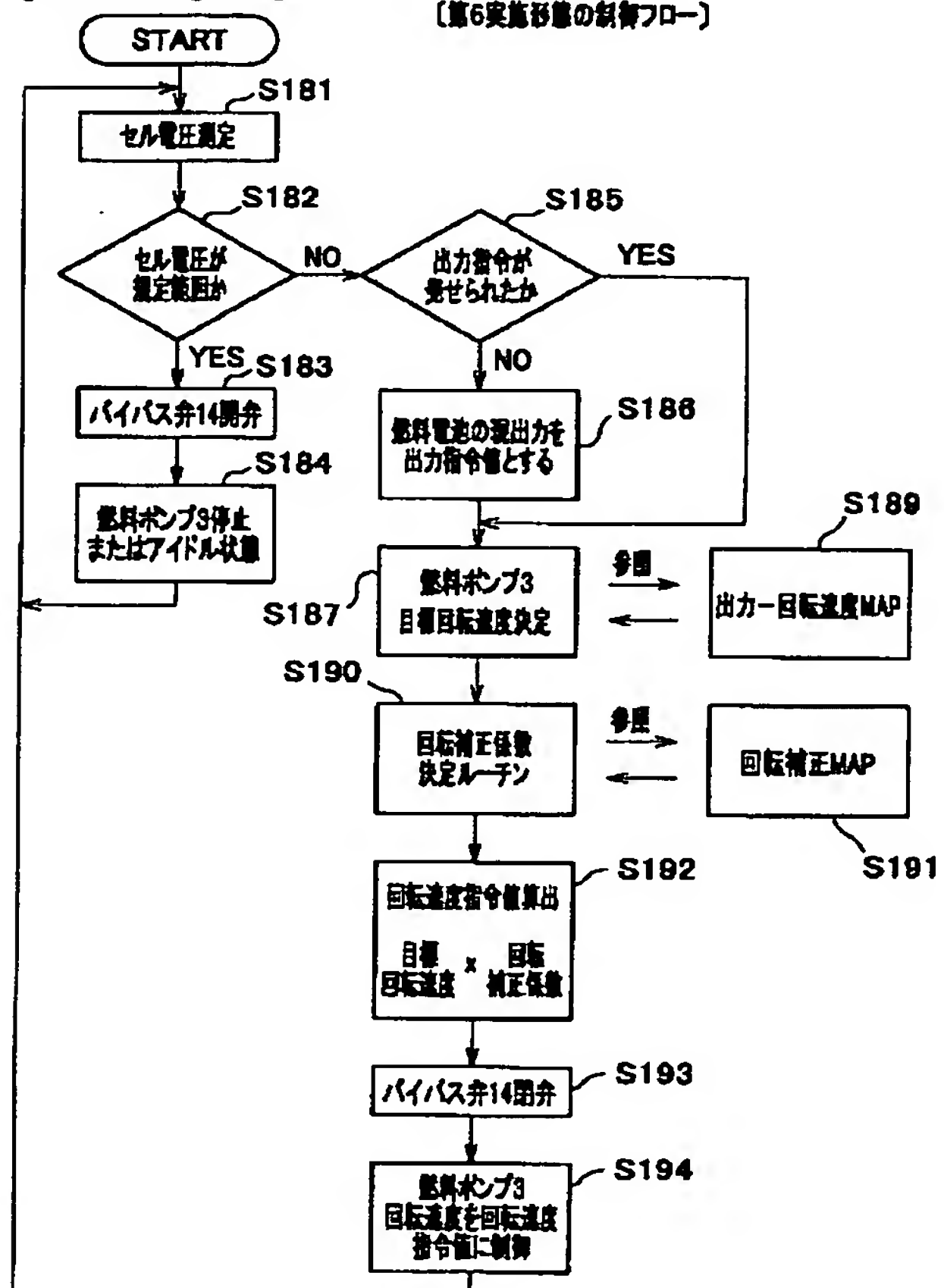
[Drawing 17]

[第6実施形態]



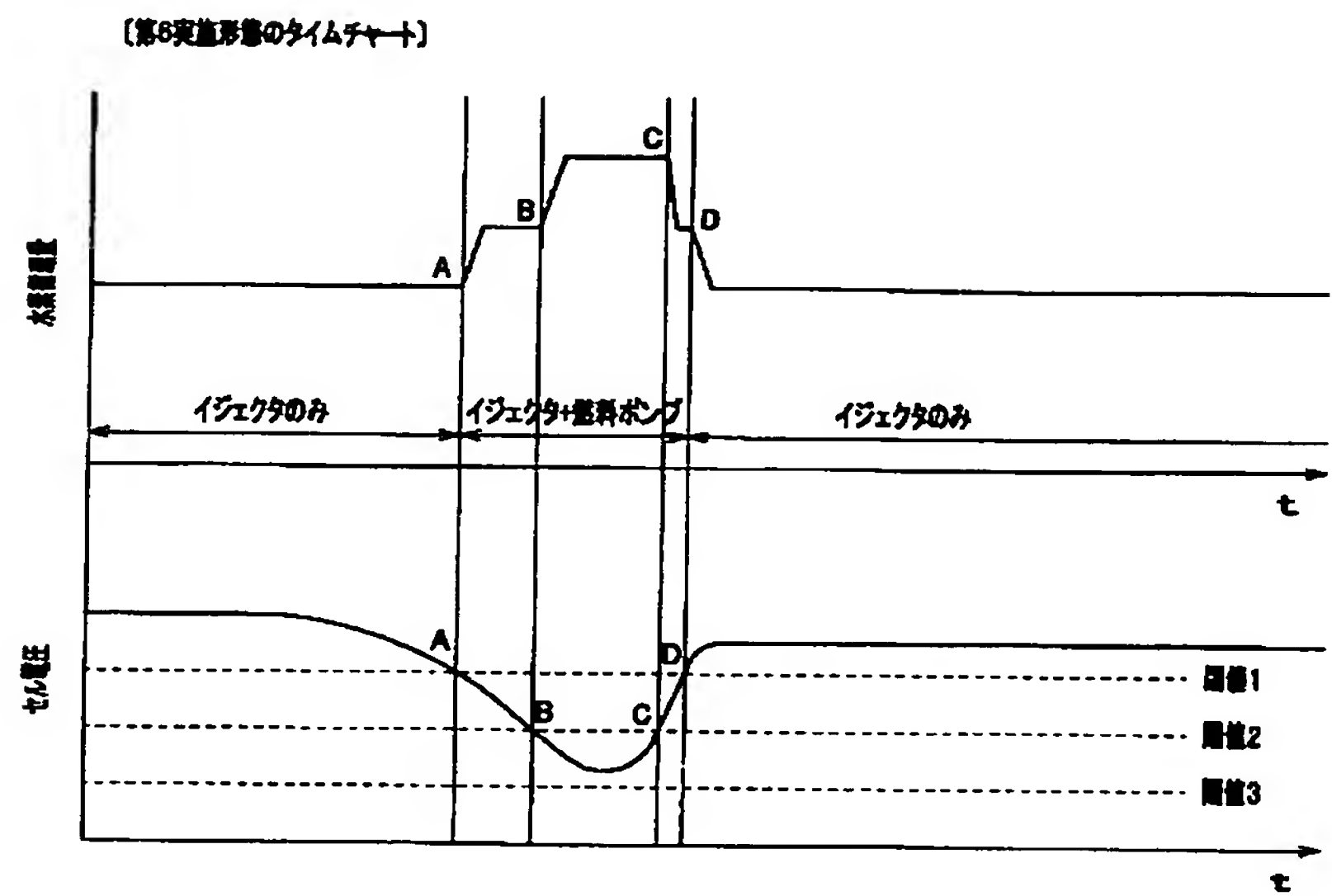
[Drawing 18]

[第6実施形態の制御フロー]



[Drawing 19]





[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**